

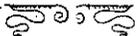
LABORATORIO DI MINERALOGIA DEL R. ISTITUTO DI STUDI SUPER. DI FIRENZE

ALLA MEMORIA

DEL

Prof. Ernesto Manasse

(1875 - 1922)



E. GRILL - Ricerche microscopiche e chimiche sui derivati gabbriaci della Valle della Germanasca (Alpi Cozie).

P. COMUCCI - Contributo allo studio dell'isomorfismo dei cristalli misti di solfato di ferro e di solfato di rame.

FIRENZE

TIPOGRAFIA PIETRO VALGIUSTI

1924



Visione delle cave (nello sfondo il Monviso)

La provincia di Cuneo, detta anche provincia confinaria poichè si stende per un ampio tratto lungo i confini occidentali della nostra Patria, è particolarmente conosciuta perchè produce in abbondanza numerosi prodotti agricoli universalmente apprezzati. Ma quella che è dominata dall'imponente piramide del Monviso, dalle cui falde nasce il Po, non è priva di risorse minerarie. Uno dei suoi prodotti più rinomati è la quarzite che si estrae a giorno ed in gran copia presso il culmine del Monte Bracco (m. 1307) protendentesi nella pianura con il suo caratteristico e frastagliato profilo verso la rocca della romana « Caburum » che nel libro « Alle Porte d'Italia » Edmondo De Amicis chiamò « il monte orfano di Cavour ».

Questa pietra naturale, che è più dura del granito, per il fatto di essere estratta in territorio del Comune di Barge viene anche chiamata « bargiolina ». E' una quarzite scistosa, zonata, appartenente al gruppo degli scisti cristallini ed ha la facoltà di lasciarsi spaccare facilmente in lastre anche sottili, di particolare resistenza. I cantieri di estrazione sono molto estesi e, quando ferve il lavoro, la sommità del monte è tutta un susseguirsi di scoppi, di colpi di piccone e di mazzette, un febbrile movimento di argani e gru, un andirivieni di vagoncini su binari decauville. Mediante una teleferica il materiale vien fatto discendere a Barge e nei ben attrezzati laboratori ne viene completata la lavorazione con-

ferendo ai diversi tipi di quarzite l'aspetto e le dimensioni richieste dal mercato.

La storia della quarzite è assai interessante. Essa comincia nel 1356 a. C. sulle rive del Nilo; gli egiziani, nell'erigere un durevole monumento a Tutankamen, usarono nella sua tomba della quarzite dorata che oltre tremila anni dopo fu trovata in uno straordinario stato di conservazione. I monaci medioevali, nel XII secolo, nel costruire i monasteri e facendoli i depositari dell'a civiltà, ricorsero alla quarzite. Nel XV secolo, epoca di artigiani essa fu largamente adoperata per la decorazione delle chiese ed esiste tuttora una cupola di quel tempo in perfette condizioni. E sono pure perfettamente conservate, dopo secoli di uso, le guide di una delle principali strade della città di Pinerolo. Secondo un'accreditata credenza il sommo Leonardo da Vinci visse due anni nel vecchio Monastero dei Trappisti sulle falde del Monte

Bracco esprimendo meraviglia per la bellezza della pietra naturale che vi si estraeva.

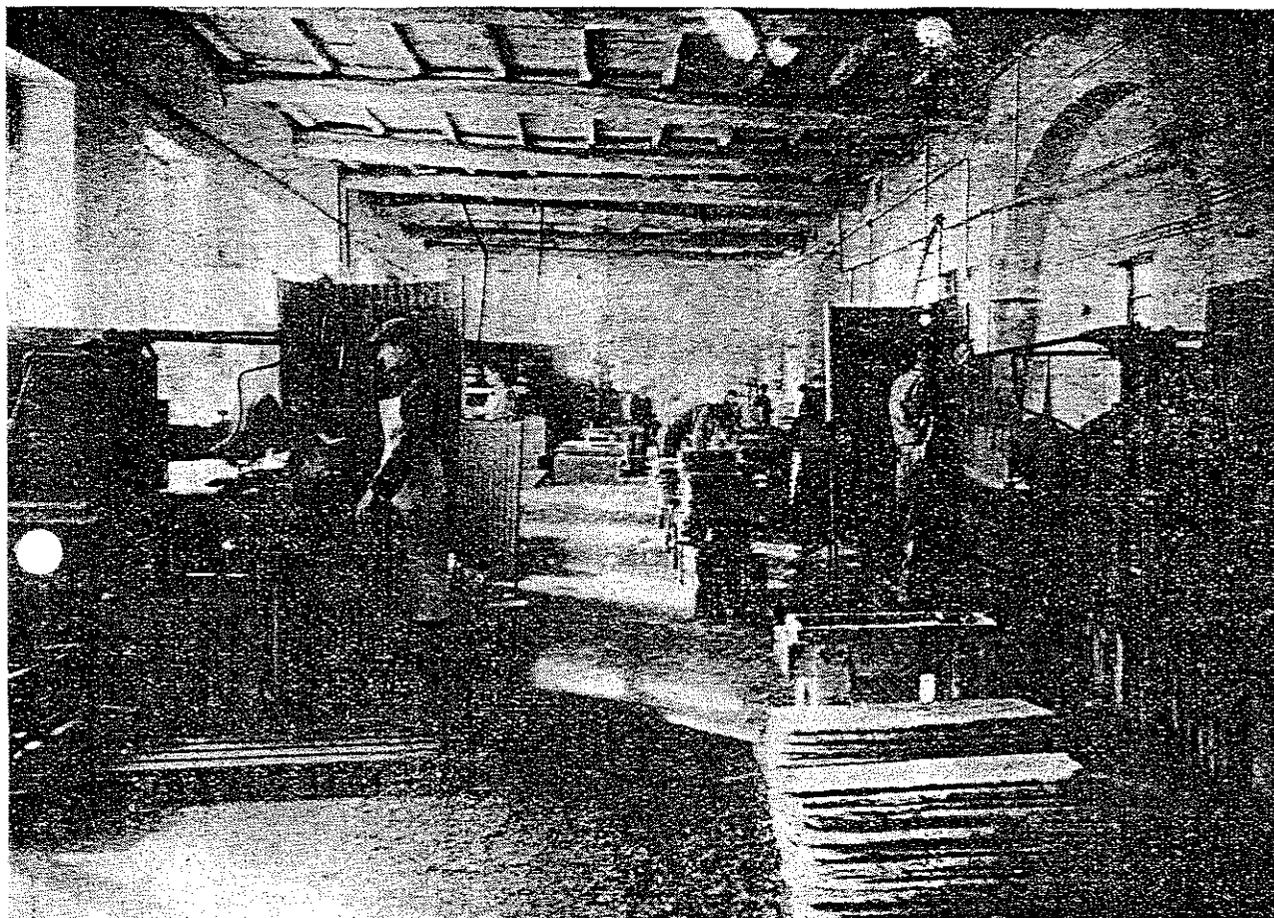
Nel nostro secolo l'abilità degli architetti, degli ingegneri e degli artigiani ha dimostrato che la quarzite è la pietra ideale per costruzioni moderne, epperò la pietra del passato diventa quella del presente e del futuro.

Oltrechè molto dura, la quarzite è una pietra di finezza che si presenta con svariate gradazioni di tinte, dal giallo-oro al grigio-acciaio all'oliva, al grigio argenteo che consentono molte applicazioni ornamentali. Fra i pregi della quarzite, che può anche essere lucidata, ricordiamo la sua durata pressochè illimitata, la leggerezza, dato che permette di essere impiegata in lastre dello spessore di pochi millimetri, l'effetto estetico, posto che ha un'iridescenza naturale e permette di conferire ad edifici ed ambienti artistiche ombre in colori naturali.

La quarzite resiste agli acidi, è di sempli-



Cantiere d'estrazione



Segheria della Quarzite

ce pulizia ed ha svariatissime applicazioni: dai rivestimenti di edifici, ai pavimenti che sono ideali perchè non presentano riflessi, ai gradini, ai... bottoni per polsini. E' pure utilmente impiegata nella costruzione di piscine poichè è impermeabile all'acqua marina, non è untuosa, né sdruciolevole, né assorbente. La fama di questa pregiata pietra si diffuse anche all'estero ove venne impiegata in svariatissimi e grandiosi edifici quali stazioni ferroviarie, sottopassaggi, alberghi, autorimesse, ecc.

...Il prodotto principale, in lastre, non ha avuto che esigua vendita causa la ridotta attività edilizia: l'esportazione è tuttora ferma. Il collocamento è oggi basato sull'introduzione della quarzite per usi industriali con risultati soddisfacenti.

Tra gli usi industriali della quarzite si annoverano: i pavimenti ed i rivestimenti delle pareti delle centrali idroelettriche e di altri opifici, le vasche inattaccabili dagli acidi, l'impiego dei macinati di quarzite quali defersivi nella fabbricazione dei saponi e nelle sabbiature dei metalli.

Ricordiamo che questa pregiata pietra ornamentale venne recentemente impiegata, con buoni risultati, nella Casa Littoria di Pinerolo e nel rivestimento della facciata di una banca subalpina.

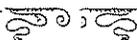
E' augurabile la ripresa e l'intensificarsi di tutte le lavorazioni della quarzite e che il culmine del Monte Bracco torni a diventare quel sonante cantiere che fu già in passato e che può dar lavoro a numerose maestranze.

ALLA MEMORIA

DEL

Prof. Ernesto Manasse

(1875 - 1922)



E. GRILL - Ricerche microscopiche e chimiche sui derivati gabbriici della Valle della Germanesca (Alpi Cozie).

P. COMUCCI - Contributo allo studio dell'isomorfismo dei cristalli misti di solfato di ferro e di solfato di rame.

FIRENZE
TIPOGRAFIA PIETRO VALGIUSTI

1924

PREFAZIONE

All' appello, da noi lanciato, di aprire una sottoscrizione per una Lapide alla Memoria del Prof. Ernesto Manasse, morto all'Ardenza (Livorno), il 9 novembre 1922, nel pieno vigore degli anni, risposero, senza distinzione, tutti. Gli studenti, con quel nobile ed entusiasta impulso che sempre li distingue, donarono generosamente, per modo che la somma raccolta superò, di gran lunga, la nostra più lusinghiera aspettativa.

Per essere consoni allo spirito dell' Estinto la Lapide rimase tuttavia semplice e modesta come semplice e modesto fu sempre l' Uomo che era destinata a ricordare. Essa venne murata nell' Aula dell' Istituto di Mineralogia ove Ernesto Manasse tanto si era prodigato per ravvivare nei giovani il sacro fuoco della Scienza e l'amore alla Mineralogia. Vi si legge, incisa nel candido marmo di Carrara, la iscrizione seguente :

ERNESTO MANASSE

MINERALOGISTA INSIGNE

DAL 1915 AL 1922

FU IN QUEST' AULA EFFICACE ANIMATORE

AL CULTO DELLA SCIENZA

ED A AUSTERI PROPOSITI PER LA VITA

COLLEGHI, DISCEPOLI, AMICI

POSERO QUESTA MEMORIA

IL 24 GIUGNO 1923

All'amato e impareggiabile Maestro dedichiamo pure, qual tenue pegno della nostra eterna gratitudine, questi modesti lavori, le cui spese di stampa furono coperte, in parte, coll'avanzo della sottoscrizione suddetta.

Firenze, 9 Novembre 1923.

E. G. e P. O.

E. GRILL

RICERCHE MICROSCOPICHE E CHIMICHE

SUI DERIVATI GABBRICI

DELLA VALLE DELLA GERMANASCA (Alpi Cozie)

LETTERATURA

- (1) ARTINI E. — *Le rocce* — Hoepli, Milano, 1919.
- (2) » e MELZI G. — *Ricerche petrografiche e geologiche sulla Vallesesia* — Milano, 1900.
- (3) FRANCHI S. — *Notizie sopra alcune metamorfosi di eufatidi e diabasi nelle Alpi Occidentali* — Boll. R. Comit. Geologico d'Italia, Volume VI — Roma, 1895.
- (4) » » — *Contribuzione allo studio delle rocce a glaucofane e del metamorfismo onde ebbero origine nella regione Ligure-Alpina Occidentale* — Boll. R. Comit. Geologico d'Italia Vol. III — Roma, 1902.
- (5) GRILL E. — *Osservazioni sulla morfologia della Alta Valle della Germanasca (Bacino del Po)*. Inedito.
- (6) » » — *Contributo allo studio dei minerali della Valle del Chisone (Alpi Cozie)* — Atti d. Soc. Toscana di Sc. Nat. Memorie Vol. XXXI. Pisa, 1916.
- (7) » » — *Sull'idocrasio dell'Alpe delle Selle (Valle della Germanasca)* Rend. R. Accad. Naz. Lincei Vol. XXXI — Roma, 1922.
- (8) GRUBENMANN U. — *Die Kristallinen Schiefer I* — Berlin, 1904.
- (9) » » — *» » II* — Berlin, 1907.
- (10) LACROIX A. — *Minéralogie de Madagascar, Tome II* — Paris, 1922.
- (11) MANASSE E. — *Le rocce della Gorgona* — Atti d. Soc. Toscana di Sc. Nat. Memorie, Vol. XX — Pisa, 1903.
- (12) » » — *Contribuzioni allo studio petrografico della Colonia Eritrea* — Siena, 1909.

- (13) » » — *Scisti a clinocloro, serpentinoscisti e scisti a tremolite dell'isola di Gorgona* — *Proc. Verb. d. Soc. Toscana di Sc. Nat.* Vol. XXVI — Pisa, 1918
- (14) MILLOSEVICH F. — *Studi litologici sull'isola del Giglio (Le pietre verdi)* — *Rend. R. Accad. Naz. dei Lincei.* Vol. XXV — Roma, 1916.
- (15) NOVARESE V. — *Nomenclatura e sistematica delle rocce verdi nelle Alpi Occidentali* — *Boll. R. Comit. Geologico d'Italia*, Vol. VI — Roma, 1895
- (16) » » — *Sul rilevamento geologico eseguito nel 1894 in Valle della Germanasca (Alpi Cozie).* *Boll., R. Comit. Geologico d'Italia* Vol. VI — Roma, 1895
- (17) WASHINGTON H. — *Chemical analyses of igneous rocks, f. 1884 to 1913* — *Un. St. Geol. - Washington*, 1917
- (18) ZAMBONINI F. — *Ueber den metamorphosierten Gabbro der Rocca Bianca in Susa - Tale* — *Neues Jahrb. f. Miner. ecc. II* — Stuttgart, 1906.
-

INTRODUZIONE

La Valle della Germanasca o di S. Martino, tributaria del Chisone, apresi nella parte centrale delle Alpi Cozie settentrionali, tra la Valle del Chisone propriamente detta o di Fenestrelle a nord-est, e quella del Pellice a sud. Verso ovest trovasi a confinare, per breve tratto, con l'alta Valle della Dora Riparia e colla Francia.

Compresa quasi per intero nel foglio 67 IV (Perosa Argentina) della carta topografica d'Italia alla scala 1: 50.000, salvo un piccolo lembo del Comune di Prali, che entra nel foglio 67 III (Monte Viso), essa ha forma di un triangolo presso che equilatero, i cui vertici riposano alla punta Vallonetto (2777 m) a nord, alla punta Fournas (1) a sud, alla confluenza della Germanasca col Chisone presso Perosa Argentina (600 m. circa) ad est.

Le prime notizie d'indole geo-mineralogica, che si hanno su di essa si devono al Barelli. A queste, poche altre, ne aggiunsero, più tardi, il Gastaldi nei suoi « Studi geologici sulle Alpi Occidentali », poi lo Zaccagna ed il Baretto.

Si può ben dire quindi che la regione, minerariamente così singolare, rimanesse quasi del tutto sconosciuta fino al 1895, anno in cui l'Ing. V. Novarese (16), con una mirabile pubblicazione, ci fece conoscere i risultati del rilevamento geologico, eseguito nel 1894, di quella interessante parte delle Alpi Cozie.

La Valle è aperta in una serie di terreni, di non grande complicazione tettonica, succedentisi, abbastanza regolarmente, da ovest ad est, nell'ordine segnato qui appresso che è poi anche quello secondo il quale essi si sottopongono: (2)

Calcescisti e filladi

Miscascisti e gneiss superiori

Gneiss ghiandone

Gneiss e miscascisti grafitici.

E' nella prima sezione che si trovano intercalati i materiali litologici da me presi in esame. E perciò non sarà fuori di luogo soffermarsi, brevemente, su di essa, tralasciando, per ora, le altre.

(1) — Il Bric Boucier, che secondo alcuni autori, ne sarebbe l'estremo punto meridionale, non fa parte della Valle della Germanasca. Infatti le acque che cadono su di esso, vanno esclusivamente nella Valle Queyras (Francia) ed in Val Pellice. Il vertice più a sud del suddetto triangolo viene ad essere quindi la guglia prospiciente il Boucier, detta Punta Fournas, situata sulla cresta rocciosa estendentisi tra il Colle di Abriès e la Resiassa.

(2) — Risalendo la Valle, che a partire da Perosa Argentina apresi con le sue vallette secondarie come le stecche di un ventaglio, si passa dalle formazioni più antiche a quelle più recenti, vale a dire dagli gneiss e miscascisti grafitici ai calcescisti ed alle filladi.

Le rocce di tale sezione o gruppo, triasiche o giuresi e forse anche più giovani e addirittura eoceniche, designate dapprima semplicemente come calcescisti, sono invece dovute, in parte, anche a rocce filladiche, vale a dire a formazioni in cui la calcite è un elemento accessorio o mancante del tutto. E se in certe località la presenza di questi due tipi rocciosi non è evidente, in altre, le filladi formano complessi talmente potenti da renderne necessaria la separazione anche sulla carta geologica, ciò che invece non è stato fatto, anche perchè occorrerebbe esplorare minutamente la Valle, specie la parte alta di essa non sempre di facile percorribilità, e raccogliere numerosi campioni da studiarli, almeno, in sezione sottile.

I calcescisti e le filladi formano l'alta Valle della Germanasca, e quindi una parte del Vallone di Massello, tutto quello di Salza, quasi tutto quello di Rodoretto e più che metà di quello di Prali, il quale è scavato, nella porzione inferiore, al contatto fra dette rocce e la sezione dei micascisti e gneiss minuti.

La separazione fra quest'ultimo gruppo ed il gruppo dei calcescisti e delle filladi è spesso celata allo sguardo da enormi morene e copiosi detriti di falda, ma là dove non esistono dette coperture appare abbastanza netta. In certi luoghi però, per esempio ad ovest del Colle Olapier verso la punta Roccias e al crinale divisorio fra il Vallone di Rodoretto e quello di Salza, il passaggio dall'uno all'altro genere di roccia, avviene per un'alternanza fra i rispettivi tipi litologici (16).

In qualche altro punto incontrasi, alla base dei calcescisti e delle filladi, una caratteristica formazione dolomitica a grana piuttosto fine. Per esempio, tra Rodoretto e Salza, in regione di Serveil, si ha un vero e proprio banco di dolomite, con incrostazioni verdi di onkosina, il quale banco ritrovasi poi anche più a sud, nel Vallone di Prali, in faccia alla borgata Villa.

Nella massa dei calcescisti e delle filladi sono intercalate rocce di svariata composizione mineralogica e chimica, eruttive o no, quali gabbri, prasiniti, anfiboliti, serpentine, epidotiti, granatiti, scisti a clinocloro, scisti a tremolite, talcoscisti, eclogiti, micascisti, calcari micacei ecc. Però è bene notare subito che le così dette rocce verdi hanno, sulle altre, nettamente il predominio, pur presentandosi con non grande potenza e sempre in sottili banchi o lenti più o meno schiacciate.

La massima diffusione spetta, senza alcun dubbio, alle rocce prasinitiche nelle loro tre varietà cloritiche, epidotiche, anfiboliche, collegate a gabbri ed a serpentine. In certe località (Colle Giuliano-Passo della Fiorina, Bò del Colle) le relazioni fra gabbri e prasiniti sono talmente strette da rendere evidente come l'origine di queste ultime debba ricercarsi in una trasformazione di una primitiva massa gabbbrica.

Nel Comune di Prali, da cui provengono le rocce qui studiate, le lenti di prasinite e di gabbro compaiono più numerose che nelle restanti parti della Valle della Germanasca e quasi tutte sulla parete di sinistra e sulla testata di esso.

I campioni di rocce e minerali, da me raccolti, provengono da cin-

que località ben distinte, vale a dire dalla Mianda, dal Bô del Colle, dal Vallone delle Miniere, dalla Cresta Colle Giuliano-Fionira e dal Ponte Galmont. (1)

MIANDA

Un primo affioramento di rocce gabbriche, che sembra essere sfuggito al Novarese (2), si ha tra Prali e Rodoretto alla quota di 1900 metri circa, presso i casolari estivi della Mianda e precisamente al Colletto omonimo. Ivi, fra mezzo a calcescisti accompagnati da una intercalazione di micascisti a glaucofane, molto quarzosi ed a struttura minuta, compare una roccia gabbrica, in realtà profondamente prasinitizzata, poco dissimile quindi da una prasinite vera e propria.

Nella sua trasformazione il gabbro avrebbe dato origine ad epidotiti anfiboliche, ma più che altro a prasiniti cloritiche assai sviluppate ed evidenti sul versante di Prali. Le epidotiti, più resistenti alla degradazione meteorica degli altri derivati gabbrici, spiccano, in forma di robusti spuntoni o denti, in mezzo ai prati di montagna situati ad ovest dei suddetti casolari. Le prasiniti discendono invece molto più a valle, fino sul sentiero detto del Ministro e risultano poggiate su scisti a clorite e ad anfibolo, talcoscisti, ai quali sottostanno poi serpentine più o meno fogliettate. Tutte queste rocce, secondo noi, deriverebbero dalla metamorfosi del gabbro.

Associate alle prasiniti, anzi in esse addirittura incluse, si notano ancora lenti e filoncelli di pirite a struttura granulare compatta, attualmente, oggetto di ricerche minerarie.

Gabbro prasinitizzato con apparenti residui diallagici

Il gabbro del Colletto della Mianda, pur non avendo ancora un netto aspetto orbicolare, non ha più la struttura granulare propria ai gabbri.

Sulla superficie di scistosità, già abbastanza marcata, si notano, immerse in una massa verde-grigiastra fibrosa, delle plaghe a contorno ret-

(1) — Veramente al Ponte Galmont, sulla Germanasca, presso la borgata Villa, il materiale fu rinvenuto erratico, ma di esso mi sono pure occupato, sia per il notevole interesse che presentò per le mie ricerche, sia perchè, come i confronti mi hanno permesso di assodare, risulta proveniente dalla Cresta Giuliano-Fionira, regione, come vedremo, quanto mai singolare per la varietà e bellezza dei derivati gabbri.

(2) — Un'altro piccolo nucleo di gabbro, che verrebbe così a spiegare la presenza dei ciottoli della stessa natura rinvenuti da V. Novarese nel letto del Rio di Rodoretto, spunta sul fondo del Valloncello del Prato dell'Orso a monte dei casolari estivi omonimi.

tangolare o arrotondato, affette da una evidente divisibilità e da una lucentezza subsericea, le quali plaghe si possono prendere, a prima vista, per diallagio. Qua e là spiccano punteggiature gialle, splendenti, di pirite.

L'esame microscopico permette però di constatare che la uralitizzazione del pirosseno monoclinico e la saussuritizzazione del plagioclasio sono avvenute, entrambe, in modo completo. Il primo minerale è infatti totalmente trasformato in *anfibolo tremolite-actinolitico* di cui non si hanno prismetti distinti e separati come succede di regola. Ma al posto di ogni cristallo di diallagio si ha un solo individuo anfibolico, con pleocroismo evidente, variante dal verdolino pallido parallelamente alle tracce di sfaldatura prismatica, al giallo chiaro perpendicolarmente.

Esistono, come è noto, diallagi pleocroici, specie tra i termini ferri-feri, ma nel caso nostro il pleocroismo è dovuto sicuramente all'anfibolo. E che si tratti di questo minerale lo prova, in modo indubbio, l'angolo di estinzione rispetto alle tracce di sfaldatura, che ha dato un valore massimo $c : c = 18^\circ$, troppo basso per un termine pirossenico. Nelle altre porzioni della roccia l'anfibolo tremolite-actinolitico è pure tutt'altro che scarso, ma proviene dall'alterazione del plagioclasio primitivo.

Il *plagioclasio calcico-sodico* è del tutto trasformato in albite, priva di geminazioni, eccetto pochi granuli in cui le lamelle, geminate albiticamente, non si estendono però a tutto il cristallo. L'indice di rifrazione è in media eguale o appena inferiore a quello del balsamo ($n = 1,539$). Anche una sottile vena attraversante la roccia risulta dovuta ad albite.

L'*epidoto*, largamente rappresentato, è in cristalli prismatici a contorno irregolare o in forma di travature torbe e grigiastre. Ha rilievo fortissimo, birifrazione variabile da sezione a sezione. Talune plaghe hanno birifrazione bassissima e colori di polarizzazione tendenti al bluastro ciò che indica trattarsi di un termine poco ferrifero.

La *clorite* è pure presente, ma non abbondante. Forma aree smerlettate, estinguenti ondulosamente, ora verdoline e leggermente pleocroiche, ora del tutto incolori con birifrazione non tanto bassa. E' dovuta a clinocloro, minerale tutt'altro che scarso nelle rocce della zona che ci interessa.

Fra i minerali secondari il primo posto è occupato dalla *titanite* in individui pinolitici ed in granelli diffusi abbastanza uniformemente in tutta la massa rocciosa. Qualche volta i diversi individui si uniscono a formare una catena rettilinea; altre volte il minerale forma cristalli più vistosi con le caratteristiche sezioni rombe allungate. Meno frequenti della titanite sono poi: l'*apatite*, i cui cristalli assai grandi, ma rotti, sono ben riconoscibili per la loro rifrazione discreta, per la birifrazione debole e per l'allungamento di segno ottico negativo, e la *pirite* in cristalletti cubici.

La polvere della roccia di color verde grigiastro non dà alcuna effervescenza con HCl diluito. Arroventata alla soffieria fonde e la massa, dopo raffreddamento, assume colorazione nerastra a riflessi marroni.

I risultati analitici ottenuti sono i seguenti:

SiO ₂	50,00
TiO ₂	0,90
Al ₂ O ₃	12,90
Fe ₂ O ₃	3,36
FeO	6,12
CaO	10,35
MgO	7,57
MnO	0,50
Na ₂ O	3,44
K ₂ O	0,33
P ₂ O ₅	0,38
H ₂ O—	0,35
H ₂ O+	3,30
	99,50

Peso specifico = 2,954 (1)

Prasinite cloritica

Delle prasiniti accompagnanti il gabbro della Mianda, situate allo stesso livello stratigrafico, ma ad una quota più bassa, verso i 1800 m., descriverò solo quella che forma il tetto del giacimento di pirite, cui ho già accennato e sul quale ritornerò in un'altra pubblicazione.

La roccia ha una struttura ocellare abbastanza evidente, gli ocelli sono però piccoli ed ellittici. Già all'esame macroscopico si nota la grande abbondanza di clorite. E difatti questo minerale costituisce, insieme col feldispato, la massima parte della prasinite.

Al microscopio il *feldispato* che risulta più abbondante, se pure di poco, della clorite è in plaghe ora limpide, ora piene zeppe d'inclusioni anfiboliche. Raramente geminato esso presenta rispetto alla rifrazione del balsamo ($n = 1,539$) il seguente schema ottico:

$$\alpha' < n ; \gamma' \geq n$$

si tratterebbe quindi di albite.

La *clorite*, che forma come l'elemento cementante degli ocelli albici, ha colore verde pallidissimo e pleocroismo poco marcato, e, come la maggior parte del plagioclasio, mostrasi impregnata di aciculi tremolitici e di granuli epidotici.

L'*anfibolo* e l'*epidoto* talvolta in cristalli anche grandini, sono sempre privi di un netto contorno cristallografico.

(1) — Di questa roccia e delle altre che d'scriverò in seguito ho determinato il peso specifico col metodo delle « soluzioni pesanti », usando a tal uopo il liquido di Thoulet per i campioni con peso specifico inferiore a 3,19 ed il liquido di Rohrbach per i campioni aventi peso specifico superiore a 3,19. Il liquido di Rohrbach veniva diluito, vantaggiosamente, con alcool e non con acqua, come indicano i trattati, per cui era evitata così, in modo completo, la separazione dell'ioduro di mercurio.

A questi costituenti principali si associa, non scarsamente, la *calcite*, in individui allotriomorfi, isolati, od in venuzze ad andamento irregolare.

Accessori sono la *magnetite* e la *pirite*. La roccia, finamente polverizzata, fonde alla soffieria e dà, dopo raffreddamento, un vetro di color nero lucente.

All'analisi chimica essa ha offerto la seguente composizione:

SiO ₂	46,72
TiO ₂	0,65
Al ₂ O ₃	14,61
Fe ₂ O ₃	1,07
FeO	9,60
MnO	0,10
MgO	9,30
CaO	9,37
Na ₂ O	2,71
K ₂ O	0,38
CO ₂	4,00
H ₂ O—	0,23
H ₂ O+	4,00
	<hr/>
	100,84

Peso specifico = 2 894

BO DEL COLLE (1)

Nella regione detta Bô del Colle, situata 5 km. più a sud, i gabbri e le prasiniti affiorano ad una quota di 1700 metri di fronte ai casolari estivi omonimi, sulla sinistra del torrente Germanasca. (Tav. II.) Il gabbro, nettamente distinto dai calcescisti incassanti, dai quali sporge qua e là a guisa di robusto gradino, alto da 4 a 8 metri, è suddiviso, in alcuni punti, in grossi blocchi accumulatisi ai piedi della scarpata rocciosa, o sparsi, un po' più a valle, per i prati.

In seguito alla denudazione meteorica e per la scarsità di vegetazione si può seguire, passo per passo, la trasformazione della roccia gabbrica in prasinite, ed il fenomeno appare particolarmente evidente quando si proceda da sud a nord, cioè dall'affioramento principale della roccia eruttiva verso i casolari del Giù del Sap.

(1) — La toponomastica, non certo facile della regione, non è riprodotta molto felicemente nelle carte topografiche dell' I. G. M. Così, come molte altre, questa località porta un nome inesatto « Bout du Col » sinonimo di « estremità del Colle » che dovrebbe invece essere cambiato in « Bô du Col » derivante dalla parola « bosco ». Ai piedi del Colle d'Abriès, che fa comunicare la Valle della Germanasca con la Val.e del Guil (Francia), esiste infatti, e era anche più rigoglioso un tempo, un bel bosco di larici che fu decimato nel periodo della costruzione delle ferrovie del Piemonte.

Sulla carta geologica la formazione gabbrica è segnata con una potenza esagerata, che verrebbe così a comprendere tutte le prasiniti estendentisi anche al di là del Giù del Sap, nonchè la serpentina, non ricordata da V. Novarese, che compare sulla sponda destra del Rio della Longia ai piedi della cascatella del Giù del Sap.

Gabbro con evidenti residui di allagici

Il campione di questo gabbro venne prelevato nel punto in cui la roccia appare più fresca.

Al semplice esame macroscopico risulta però notevolmente prasinitizzato, pur avendo ancora struttura granulare evidente.

Dei costituenti originali solo uno, il *pirosseno monoclinico*, è sopravanzato alla trasformazione. Di color grigio chiaro, presentasi in individui lamellari, grossetti, incurvati, e anche rotti, con la consueta pseudo sfaldatura (100), sulla quale spicca una lucentezza submetallica, quasi sericea.

Dell'altro costituente primitivo, vale a dire del *plagioclasio calcico-sodico*, non si osservano, almeno ad occhio nudo, individui distinti, il suo posto è occupato da masserelle irregolari, bianco-verdoline, prive di una evidente sfaldatura, le quali alternandosi col diallagio danno luogo, in alcuni punti, ad una incipiente struttura zonata.

La diagnosi microscopica conferma quella fatta ad occhio nudo e colla lente, e cioè che i componenti primitivi del gabbro sono trasformati, in massima parte, in minerali secondari, e che la roccia, in qualche punto, ha già assunto la struttura ocellare prasinitica.

Anche il diallagio, più resistente del plagioclasio alla trasformazione, appare convertito, in massima parte, in anfibolo tremolite-actinolitico. Gli elementi meno uralitizzati portano numerose inclusioni solide disposte lungo i piani della pseudo-sfaldatura, e presentano colori di polarizzazione assai alti.

Nella sua saussuritizzazione, che è completa, il plagioclasio calcico-sodico primitivo ha dato origine ad *albite* ad *anfibolo tremolite-actinolitico* e ad *epidoto*.

L'*albite* non si mostra mai geminata, e presenta indici di rifrazione:

$$\alpha' < n^{(1)} ; \beta' \geq n ; \gamma' = n$$

Le plaghe di *albite*, talora anche grossette, ora limpide, ora con abbondanti inclusioni di anfibolo e di epidoto, risultano costituite, a nicols incrociati, da granuli a contorno sinuoso, a diversa orientazione ottica, affetti, qua e là, da estinzione ondulata e manifestano marcata struttura pavimentata. Raramente si può riconoscere la presenza nell'*albite* di linee di sfaldatura.

L'*anfibolo* che è uno dei costituenti più abbondanti sembra derivare tanto dal pirosseno come dal feldispato. Talune porzioni della roccia sono dovute, quasi esclusivamente, a questo minerale, il quale si presenta in

(1) Le sezioni sono state preparate con la cololite, in cui $n = 1,535$ per la luce del sodio.

crystalli allungati, affusolati, grossetti ed anche più spesso in aciculi. Gli individui maggiori, tagliati parallelamente all'allungamento, lasciano vedere manifeste tracce di sfaldatura prismatica, nonchè linee di divisione trasverse quasi ortogonali alla direzione dell'asse [z]. Altri, sezionati perpendicolarmente alla zona prismatica verticale mostrano la caratteristica figura rombica con il graticcio delle linee di sfaldatura (110) facenti un angolo interno di 124° circa. Alcuni cristalli appaiono geminati secondo (100). L'antibolo privo di pleocroismo ed incolore è da riferirsi ad un termine più che altro tremolitico. Le estinzioni c : c raggiungono un valore massimo di 18°.

L'*epidoto*, a giudicare dai colori di polarizzazione azzurrognoli e dall'aberrazione piuttosto bassa, sembra essere un termine poco ferrifero, e cioè prevalentemente clinozoisitico. I cristalli suoi, allungati secondo l'asse [y], mancano di un netto idiomorfismo, presentando nei tagli paralleli a (010), sezione tondeggiante. L'orlo esterno dei cristalli ha colori d'interferenza bleu-azzurrognoli, la parte centrale colore giallo.

Assai abbondante, in talune plaghe della roccia, è poi il *clinocloro* in aggregati sferoidali e lamelle mancanti di pleocroismo, con aberrazione non tanto bassa e con colori di polarizzazione grigiastri. Questo minerale, così frequente nella zona nostra, non si trova invece nelle prasinitizzate intercalate nella regione dei micascisti granatiferi, o vi è, per lo meno, assai più scarso.

Costituenti accessori del gabbro in discorso sono la *titanite* in granuli e pignoletti, la *magnetite*, in individui sporadici, e dei *prodotti ocracei* sparsi qua e là.

La roccia polverizzata si è presentata di un color bianco verdolino e non ha dato alcuna effervescenza con HCl diluito. I valori ottenuti all'analisi, partendomi da un grammo di sostanza, sono i seguenti:

SiO ₂	50,30
TiO ₂	0,47
Al ₂ O ₃	16,04
Fe ₂ O ₃	1,00
FeO	3,60
MgO	10,62
CaO	13,21
MnO	tracce
Na ₂ O	2,62
K ₂ O	0,62
H ₂ O—	0,40
H ₂ O+	2,21
	<hr/>
	101,09

Peso specifico = 3,056

Alla base del banco gabbroico la prasinitizzazione si dimostra anche più progredita. Le plaghe di allagite sono difatti molto ridotte di volume ed in più punti scomparse del tutto.

Sul fianco nord del banco, ma sempre vicino a questo e precisamente in basso, nel letto del torrentello solcante l'affioramento principale, fu prelevato il campione che passo ora a descrivere.

Anfibolite epidotica

La roccia ha colore verde cupo, compattezza e tenacità elevate. Solo l'osservazione minuziosa, con la lente, permette di distinguere alcuni dei minerali che la compongono. Si notano così residui apparentemente diallagici a sfaldatura lamellare fibrosa, avvolti, unitamente ad anfibolo, dagli elementi bianchi, scarsamente rappresentati e formanti una specie di reticolo ad andamento irregolare, come pure mosche o punteggiature bronzine di pirrotina.

La sezione sottile appare torba e grigiastra e perciò non molto adatta allo studio particolareggiato dei singoli costituenti. Questi sono infatti, quasi tutti, poco trasparenti, intrecciati e confusi insieme, e irregolarmente distribuiti (in special modo l'anfibolo e l'epidoto). Qua e là la roccia accenna ad assumere struttura zonata.

Il diallagio è completamente uralitizzato, ogni cristallo avendo dato origine ad un cristallo di *anfibolo*. La porzione centrale dei cristalli di anfibolo appare unita, limpida, bluastra, glaucofanitica e provvista di linee di sfaldatura prismatica, la periferica è invece torba, granulosa, e dovuta, in massima parte, a cristalli actinolitici minuti e aciculari. Le plaghe azzurrognole dimostrano un pleocroismo evidente. Nelle sezioni perpendicolari all'asse verticale si può osservare la caratteristica sfaldatura a losanga e completare lo schema di assorbimento ottico per cui si ha:

- a = giallo verdolino chiarissimo
- b = azzurro chiaro
- c = lilla chiaro

L'allungamento positivo e l'angolo di estinzione $c : c$ (piccolissimo), verso destra, confermano trattarsi di glaucofane e non piuttosto di riebeckite.

Molto abbondante è pure la *clinozoisite*, derivata da trasformazione del plagioclasio, in granelli, strisce e travature con i consueti colori di polarizzazione anomali, bluastri o grigiastri. L'*epidoto pistacitico* appare in cristalli piegati e contorti, geminati secondo (100), con vivacissima birifrazione.

L'*albite* è invece scarsa e distribuita molto irregolarmente. In certe plaghe risulta mancante del tutto, in altre invece non fa difetto e dà luogo ad aree assai limpide non geminate, se si eccettuano pochi granuli che presentano la caratteristica geminazione secondo (010). Nei punti in cui è più abbondante presentasi associata alla *clorite*, la quale mostra una struttura raggiata ed un pleocroismo sensibile, verde pallidissimo parallelamente alla sfaldatura, incolore perpendicolarmente ed una birifrazione assai bassa.

Si nota ancora un minerale incolore, a forte rilievo, estinto a nicols

incrociati, senza sfaldatura, ma percorso da linee di rottura irregolari che ritengo doversi riferire al *granato* varietà grossularia.

Fra i minerali di secondaria importanza oltre il *granato* e la *pirrotina*, assai scarsi, sono da citare *ilmenite* in cristalli scheletriformi, *titanite*, *leucoxeno* in bande e strisce anche lunghe ora strette ora allargate attraversanti anche tutta la sezione, torbe, grigiastre con forte rilievo e riflessione biancastra.

La polvere della roccia, di colore verdastro, non ha dato alcuna effervescenza con HCl diluito. I risultati ottenuti all'analisi, eseguita su di un grammo di sostanza, sono stati i seguenti:

SiO ₂	50,60
TiO ₂	1,85
Al ₂ O ₃	13,20
Fe ₂ O ₃	2,69
FeO	5,80
MgO	7,83
CaO	9,30
MnO	1,31
Na ₂ O	4,10
K ₂ O	0,38
H ₂ O—	0,49
H ₂ O+	3,06
	100,61

Peso specifico = 2,973

Prasinite anfibolica a struttura ocellare poco distinta

La roccia, prelevata, come la precedente, nel letto del piccolo rio solcante il gabbro, ma in alto e quindi al tetto dell'affioramento gabbriico, mostra anch'essa struttura minuta e compatta ed una scistosità quindi poco distinta. Il colore è verde grigiastro ma più chiaro di quello dell'anfibolite testè descritta. L'aspetto orbicolare alquanto più marcato.

In sezione sottile la roccia risulta fortemente metamorfosata, più che altro per azioni dinamiche, i cui effetti si osservano, in modo evidente, nella disposizione a bande contorte della clorite e nella incurvatura degli altri costituenti, tutti fittamente intrecciati fra loro. (Tav. 1, fig. 1).

Dei minerali originari non si ha più alcuna traccia. Il plagioclasio ha dato origine al *feldispato albitico*, che talvolta forma in mezzo a larghe lamine di clorite, veri e propri ocelli. Le plaghe feldispatiche sono ricche di inclusioni actinolitiche ed epidotiche, hanno estinzioni ondulate e per lo più non si presentano geminate, eccettuati pochi individui, che si mostrano geminati secondo la consueta legge dell'albite. L'indice di rifrazione medio è uguale a quello della collolite (1,535).

Il pirosseno monoclinico, del quale può ancora constatarsi la grossezza degli individui primitivi, è completamente uralitizzato cioè trasformato in anfibolo-tremolite actinolitico ed in clorite.

L'*anfibolo tremolite-actinolitico* è molto abbondante ed in cristalli prismatici ed aciculi minutissimi costituenti una specie di feltro.

In quantità piuttosto forte è pure la *clorite* in lamine dentellate e cribrose, fittamente compenstrate da acicoli anfibolici. Nelle plaghe libere da inclusioni essa presenta una colorazione verde assai marcata ed evidente pleocroismo.

L'*epidoto* anch'esso assai abbondante appare in granuli e travature. Alcuni individui sono idiomorfi e nelle sezioni trasverse all'allungamento, che è avvenuto secondo [y], presentano una forma romboidale dovuta alle forme (100), (001). Parallelamente a (001) si nota una sfaldatura distinta e tracce di sfaldatura si mostrano anche secondo (100).

La bisettrice acuta è negativa e fa a destra dell'asse verticale un angolo molto piccolo (3° circa): quindi si tratterebbe di un epidoto pistacitico e ciò sarebbe ancora confermato dalla dispersione assai debole delle bisettrici, che, come è noto, nella clinozoisite è invece molto forte.

La clinozoisite, pure presente, è, nella sezione esaminata, meno abbondante della pistacite.

Fra i minerali accessori si notano: *titanite*, generalmente in granuli sparsi o raggruppati, *magnetite*, *pirrotina*, in masserelle irregolari trasformate parzialmente in prodotti colloidali, attraverso i quali filtra una debole luce verdastra.

Questa roccia è da considerarsi come un termine di transizione fra i gabbri già metamorfosati e le prasiniti propriamente dette.

La polvere della roccia, di color verde chiaro, non dà con HCl distinto effervescenza di sorta, fonde se arroventata alla soffieria e raprende in una massa nerastra a riflesso marrone scuro.

L'analisi, eseguita su un grammo di sostanza, ha dato questi valori:

SiO ₂	49,72
TiO ₂	1,35
Al ₂ O ₃	15,50
Fe ₂ O ₃	4,39
FeO	5,49
MgO	6,47
CaO	8,10
MnO	n. d.
Na ₂ O	4,93
K ₂ O	0,42
H ₂ O —	0,52
H ₂ O +	3,26
	100,15

Peso specifico = 2,891

Prasinite anfibolica a struttura ocellare più marcata

Il campione di questa prasinite, prelevato sempre sulla destra del banco gabbrico — ma a maggior distanza dei precedenti — ha colore verdolino pallido e struttura zonata-orbicolare. La massa della roccia appare variegata di bianco.

In sezione sottile la struttura orbicolare risulta abbastanza progredita: gli ocelli feldispatici, con numerosissime inclusioni di varia natura, ma sopra tutto di anfibolo, benchè a contorno ancora irregolare e sinuoso sono assai distinti.

L'indice medio di rifrazione del plagioclasio è così vicino a quello della collolite $n = 1,5354$, che difficile riesce mettere in evidenza la linea di Becke. Solo in talune sezioni è possibile osservare, in modo però non netto, che la rifrazione media del minerale è leggermente più bassa di $1,5354$. Si tratta certamente di *albite*, il cui indice β è $= 1,534$.

Per lo più l'*albite* non si mostra geminata. Quando appare tale, è la legge dell'*albite* che presiede all'unione delle lamelle, le quali sono non sempre nettamente delimitate le une dalle altre e di spessore variabile. Talvolta ad un individuo ben sviluppato si presentano inframezzate e geminate albiticamente lamelle anche assai sottili. Ben evidente è in alcuni granuli di *albite* la sfaldatura pinacoidale, così poco frequente, come è noto, nelle *albiti* delle prasiniti alpine.

Gli ocelli albitici appaiono rilegati e tenuti insieme da plaghe reticolate, a maggior rifrazione, pressochè incolore, di *clinocloro*. Dette plaghe, a contorno dentellato, si risolvono, a nicols incrociati e con forte ingrandimento, in un aggregato lamellare (talvolta a lamelle incurvate), con manifesta estinzione radiale. Il colore di questo minerale è grigio pallidissimo; la birifrazione variabile da punto a punto.

L'*anfibolo*, generalmente in aciculi molto piccoli, inquina ed attraversa tutti i componenti della roccia, ma specialmente l'*albite* e il *clinocloro*. In sezione sottile risulta acroico e perciò deve essere attribuito ad un termine tremolitico.

Dopo l'*albite*, il *clinocloro* e l'*anfibolo* viene per quantità l'*epidoto* in individui idiomorfi sparsi in tutta la roccia. I cristalli di *epidoto* sono grigiastri e muniti di numerose e irregolari linee di divisione allungati secondo l'asse $[y]$ e taluni geminati parallelamente a (100) . Le sezioni romboidali trasversali limitate da (100) (001) non mancano, come pure altre all'incirca esagonali dovute alla presenza delle forme (100) (001) (101) . I colori di polarizzazione sono piuttosto alti. L'*epidoto* non sembra tuttavia un termine molto ricco in ferro, ciò che è anche confermato dall'analisi chimica, la quale ha rivelato una quantità di ferro piuttosto bassa, pur essendo sempre un termine pistacitico, come lo dimostra la estinzione nell'angolo acuto delle sezioni romboidali e la dispersione delle bisettrici.

La *calcite* non è scarsa, specie in talune plaghe. Si presenta racchiusa negli ocelli feldispatici e associata a *clinocloro* e priva di con-

torno cristallografico, ha i soliti colori di polarizzazione iridati, rilievo nettamente variabile quando si ruoti il piattino del microscopio.

La *titanite*, in individui affusolati, risulta pure tutt'altro che scarsa.

Minerali accessori sono: *magnetite*, *pirrotina*, *pirite* e masserelle irregolari *leucoxeniche*, torbe, a riflessi biancastri e *prodotti ocracei* derivanti dall'alterazione di qualche cristalletto di *pirite*.

La polvere della roccia, di colore biancastro, con una leggera sfumatura verdolina, dà, con HCl diluito, forte effervescenza.

All'analisi chimica, eseguita su di un grammo di sostanza, la *prasinite* ha mostrato la composizione seguente:

SiO ₂	45,38
TiO ₂	1,30
Al ₂ O ₃	14,32
Fe ₂ O ₃	1,85
FeO	4,55
MgO	8,80
CaO	10,95
MnO	1,25
Na ₂ O	3,72
K ₂ O	0,27
CO ²	4,40
H ₂ O—	0,20
H ₂ O+	2,74
	99,73

Peso specifico = 2,824

La formazione *prasinitica*, a cui il gabbro del Bò del Colle ha dato origine nella sua trasformazione, rimane coperta, per breve tratto, dai terreni *prativi*, per poi tornare ad affiorare sulla sponda destra del Rio della Longia. Quivi furono staccati due campioni: uno più a valle, un altro alquanto più in alto, nella cascatella del Rio stesso.

Prasinite anfibolica a struttura granulare fibrosa

Il secondo campione prelevato a 150 m circa dall'affioramento gabbro presenta una struttura granulare fibrosa poco distintamente ocellare, parti bianche e parti verdognole mal differenziate e scistosità evidente.

In sezione sottile gli ocelli di *feldtspato*, irregolari, risultano un po' meglio distinti che all'esame macroscopico ma sempre assai piccoli e come immersi in una massa lamellare fibrosa costituita da *clorite* e da *anfibolo monoclini*. Di solito abbastanza limpidi essi risolvonsi, a nicols incrociati, in un aggregato granulare albitico con netta struttura pavimentata. La geminazione albitica è quasi sempre mancante; soltanto in qualche rara *plagherella* è possibile riscontrarla e risulta allora dovuta all'unione di due soli individui. Le estinzioni ondulate sono frequenti.

A parità di abbondanza, se non anche in quantità leggermente maggiore rispetto all'albite, è l'*anfibolo tremolite-actinolitico*, in cristalli acicu-

lari, affastellati, aventi tutti una medesima orientazione ottica e formanti plaghe verdi-azzurrognole sfrangiate agli orli e parzialmente trasformate in clorite.

La clorite, compenetrata da minuti aciculi anfibolici, mostra nelle sezioni basali un colore verde pallido. La sua birifrazione è, come al solito, piuttosto bassa.

Molto abbondante è anche l'epidoto in cristalli idiomorfi geminati secondo (100) ed in plaghe con forti colori di polarizzazione giallo-rosastri. Esso deve riferirsi ad un termine pistacitico.

Fra i minerali accessori si notano: titanite in molteplici granuli impigliati fra i cristalli bacillari di anfibolo, leucoxeno ed un grosso individuo di apatite frantumato, a forte rilievo, ma debolissima birifrazione, associato all'albite.

Questa roccia si potrebbe anche chiamare prasinite anfibolica cloritica epidotica, perchè l'anfibolo, la clorite e l'epidoto vi si presentano circa nelle stesse proporzioni, e, presi insieme, predominano nettamente sul feldispato.

La polvere della roccia fonde alla sofferia convertendosi, a freddo, in una massa nerastra a riflessi marroni.

L'analisi, eseguita su di un grammo di sostanza, ha dato i valori che qui riporto:

SiO ₂	48,35
TiO ₂	1,00
Al ₂ O ₃	16,72
Fe ₂ O ₃	3,60
FeO	6,12
MgO	8,03
CaO	9,92
MnO	n. d.
Na ₂ O	3,51
K ₂ O	0,24
H ₂ O—	0,49
H ₂ O+	3,00
	100,98

Peso specifico = 2,955

Prasinite anfibolica a struttura ocellare minuta

Anche in questo campione, a struttura ocellare minuta, gli ocelli, piuttosto piccoli (1-2 mm. di diametro), sono ben lungi dall'essere evidenti e marcati come in tante altre prasinite situate fuori della regione del Bò del Colle. Essi poco si differenziano dal fondo della roccia, dovuto ad un minerale fibroso lamellare a lucentezza sericea, verde pallidissimo. La scistosità della roccia è però assai marcata.

In sezione sottile gli ocelli appaiono poco regolari, ricchi d'inclusioni dovute ad aciculi anfibolici ed a granuli epidotici, e non molto nettamente separati dagli altri costituenti, sui quali hanno il sopravvento.

Quando il *plagioclasio* formante gli ocelli è geminato — sempre secondo la legge dell'albite — vedonsi, come al solito, piccole e strette lamelle contenute entro altre molto più larghe. Non è stato possibile misurare l'estinzione simmetrica per la mancanza di sezioni normali alla zona [010]; ma da confronto fatto coll'indice di rifrazione della coltite ($n = 1,5354$) che dà:

$$\alpha' < n ; \gamma' \geq n$$

ne ho detto che si tratta di albite. Dopo l'albite, l'elemento più abbondante è l'*anfibolo tremolitico* che compenetra tutti gli altri minerali, ora in cristalli aciculari variamente intrecciati, formanti una specie di feltro risolubile solo con forti ingrandimenti, ora in cristalli più grandi, bacillari, sempre nettamente prismatici, in cui $c : c = 18^\circ$. Questi ultimi si mostrano sovente arcuati ed anche rotti e provvisti di divisioni trasversali, assai nette, parallele a (001).

In quantità non notevole appare la *clorite* molto pallidamente colorata, o addirittura acroica, con birifrazione variabile da plaga a plaga, ora piuttosto alta, ora assai bassa. Evidentissime vi sono le estinzioni radiali, specialmente nei tagli a birifrazione meno forte.

La *zoisite*, tutt'altro che scarsa, presentasi in cristalli allungati secondo l'asse verticale od in granuli aggruppati a costituire plaghe anche assai estese, torbe, grigiastre, a bassa birifrazione e con colori di polarizzazione bluastri. Tali plaghe mostrano, a volte, estinzione ondulate ben percettibili.

Minerali accessori sono: *titanite*, in cristalli fusiformi, con evidente pleocroismo, od anche in granuli minuti, irregolarmente distribuiti, *prodotti ocracei* e *magnetite*, questa del tutto sporadica, racchiusa in un cristallo di epidoto.

La polvere della roccia, di color bianco verdolino, non fa effervescenza con ac. cloridrico diluito. I risultati ottenuti all'analisi chimica sono stati i seguenti:

SiO ₂	51,45
TiO ₂	0,52
Al ₂ O ₃	14,30
Fe ₂ O ₃	2,47
FeO	3,76
MgO	9,42
CaO	10,36
MnO	0,73
Na ₂ O	3,76
K ₂ O	0,29
H ₂ O—	0,38
H ₂ O+	2,90
	100,34

Peso specifico = 2,912

VALLONE DELLE MINIERE

A sud-est del Bò del Colle e ad una distanza, in linea retta, di 2500 m. c.^a, nella parte alta del Vallone delle Miniere, si ha un terzo affioramento gabbrico, su cui desideriamo intrattenerci brevemente. Esso è certamente uno dei più anticamente noti, fra quanti compaiono in Val Germanasca, per essere collegato a piriti cuprifere che da tempo e a più riprese furono oggetto di ricerche minerarie.

Verso sud, vale a dire sulla testata del suddetto Vallone, il gabbro comincia ad affacciarsi nel letto del Rio Pissail (vedi Tav. III), ove mostra uno spessore di 4 metri circa.

Dirigendosi poi a nord e aumentando di potenza discende gradatamente in basso fin quasi sul fondo del Vallone, ove si restringe di nuovo per allargarsi poco dopo ed assumere uno spessore di oltre 30 metri. In seguito assottigliasi ancora fino a scomparire del tutto fra i calcescisti della sponda sinistra del Vallone.

Meglio che di un ammasso unico potrebbe forse parlarsi di due lenti fra loro collegate, o molto vicine, di cui quella a nord, più potente, risulterebbe pressochè orizzontale, mentre la prima, più a sud, è fortemente inclinata verso ovest.

Dette lenti, non verrebbero però a trovarsi nell'allineamento degli affioramenti gabbrici precedentemente descritti, alquanto più spostati verso nord-ovest.

Il gabbro presenta la massima potenza ove la erosione glaciale è stata più intensa, ed è venuto a formare sul fianco orientale del Vallone un evidente ripiano terrazzato, alla base del quale si ha una grossa conoide detritica costituita, in prevalenza, da blocchi quadrangolari di

gabbro (fig. 1). La caduta di grandi massi è facilitata dalla esistenza di profonde e nette spaccature che attraversano e suddivono, non troppo minutamente, la parte frontale della roccia eruttiva.

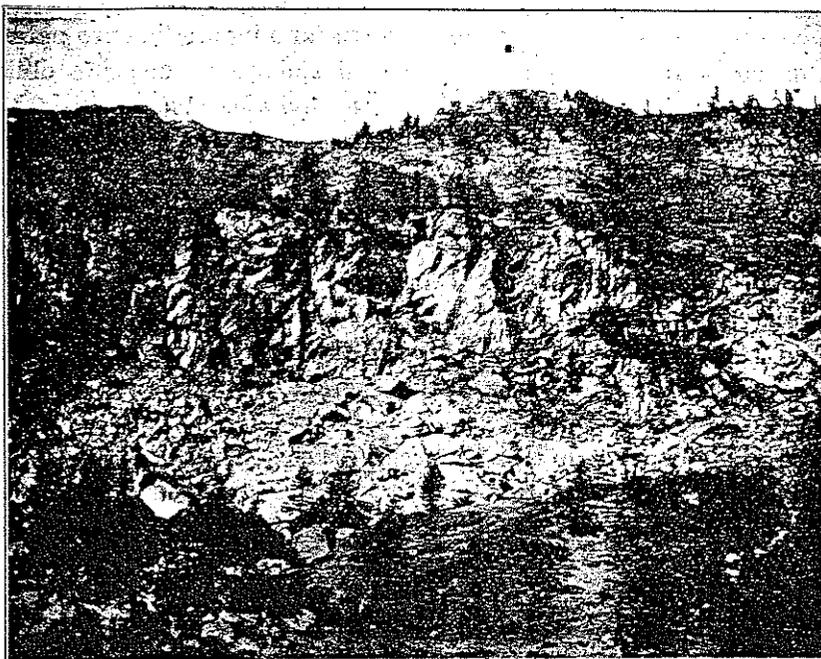


Fig. 1

Presso il Rio Pissail è poi ben evidente un sistema di piani di divisione paralleli alla stratificazione dei calcescisti.

La presenza di conetti di deiezione e di ammassi detritici maschererà il contatto inferiore tra il gabbro e le altre rocce. Al tetto si ha una serpentina assai compatta nettamente diallagica che affiora alle gallerie n. 1 e n. 2; meno compatta e non diallagica ma più amiantifera è la serpentina delle gallerie n. 4 e n. 5. (Tav. II).

Un campione di gabbro, prelevato nella parte centrale dell'affioramento e precisamente sul lato nord del banco, si presenta notevolmente prasinitizzato.

Il *diallagio*, unico superstite dei costituenti primitivi, appare in individui grigio-verdolini, lamellari, non molto grandi, ondulati, o anche rotti, con viva lucentezza submetallica sulle superfici di pseudosfaldatura (100).

Le plaghe chiare della roccia sono dovute sia ai prodotti di trasformazione parziale del predetto minerale, sia a quelli derivati dalla saussuritizzazione, che è totale, del plagioclasio basico, e si mostrano ora bianche, ora pallidamente rosate, ora verdoline.

Il campione preso in esame è anche attraversato da sottilissime fenditure o litoclasti riempite di calcopirite.

In sezione sottile, a luce trasmessa, il pirosseno monoclinico mostra un colore bruno grigiastro e pleocroismo sensibile. Evidenti vi sono le linee di divisibilità secondo (100), rispetto alle quali l'angolo di estinzione

raggiunge valori di 40° circa, come anche evidenti sono le deformazioni meccaniche e la alterazione chimica. Parallelamente alla pseudosfaldatura si notano infatti striscie o esili straterelli trasparenti, incolori (Tav. I, fig. 2) a rifrazione e birifrazione piuttosto basse, con estinzioni ondulate, apparentemente privi di sfaldatura. Solo un fortissimo ingrandimento permette invero di constatare la presenza di linee di sfaldatura disposte obliquamente rispetto all'allungamento di dette striscie. Quando si abbiano due striscie contigue, le sfaldature formano nel loro insieme un curioso sistema di linee a spina di pesce. Per ogni striscia o banda l'estinzione avviene parallelamente alla sfaldatura. L'allungamento delle lamine sfaldate è negativo. Non saprei a quale minerale riferire questo prodotto se non a *clorite* tipo clinocloro.

Il *plagioclasio albitico*, almeno nella sezione esaminata, è relativamente scarso, ed in granuli tondeggianti o d'altra forma, trasparenti, oppure in plaghe a struttura pavimentata, torbe, perchè ricchissime di inclusioni, specie di anfibolo e di epidoto.

Assai abbondanti sono poi la *zoisite* e l'*epidoto clinozoisitico*, ma più la prima della seconda. La *zoisite* è in individui senza contorno cristallografico, addossati gli uni agli altri, con nette sfaldature parallele all'allungamento, il quale ha segno ottico ora positivo, ora negativo, e con rotture trasverse irregolari. La birifrazione è debolissima, tanto che a volte il minerale appare, a nicols incrociati, quasi del tutto estinto. La *clinozoisite* è in granuli a contorno irregolare con i soliti colori di polarizzazione bluastri.

Piuttosto scarsa è la *titanite* in masserelle e pignoletti.

Serpentina Iherzolitica.

La roccia in parola, non incontrata finora nella Valle, compare tra una piccola lente gabbriaca molto metamorfosata e il banco di gabbro propriamente detto che abbiamo testè descritto (Tav. II).

La serpentina, assai compatta, ha colore verde scuro ed evidenti residui pirossenici a riflessi bronzini.

In sezione sottile (Tav. I, fig. 3) il *serpentino* costituente la roccia, appare derivato, in massima parte, dal *pirosseno trimetrico* di cui si hanno ancora alcuni individui occupanti la parte centrale di larghe aree serpentinosi estinguenti contemporaneamente ad essi. I residui di cristalli si distinguono nettamente dal serpentino, anche senza nicols, perchè torbi e sfaldati secondo (100), e sono pure ben differenziati dal *diallagio*, oltre che per l'estinzione parallela alle linee di sfaldatura, anche per la birifrazione assai più debole e quasi della forza di quella della *bastite*.

Nella sua alterazione il *diallagio* dà origine, oltre che a serpentino, ad un po' di magnetite e a granulazioni o pignoletti fortemente rifrangenti e birifrangenti, così esigui, che lo studio loro riesce difficile, ma spettanti, quasi certamente, all'*epidoto*. Nella trasformazione in serpentino, il *diallagio* diventa più trasparente e si sfrangia agli orli: questi orli presentano già spesso tutti i caratteri propri al serpentino.

Accessori: *ilmenite*, *cromite*, *magnetite*.

PONTE GALMONT

Prima di passare alla descrizione del quarto ed ultimo giacimento, è necessario descrivere alcuni campioni di rocce gabbriche, raccolte, allo stato erratico, al Ponte Galmont.

In uno dei detti esemplari si osservano grossissimi elementi di diallagio, immersi in una massa minutamente granulare a plaghe rosee e verdi.

Dallo studio delle sezioni sottili praticate nelle zone rosee risulta che la massima parte di queste è formata di *zoisite* (var. *thulite*) in cristalli scheletriformi e travature assai minute a bassa birifrazione, con colori di polarizzazione anomali grigio-bluastrì. I cristalli poco trasparenti, sono percorsi da linee di sfaldatura pinacoidali, hanno allungamento sempre negativo e piano assiale ottico parallelo ad (010). Si tratterebbe quindi di *zoisite* α , ma la dispersione non vi è piccola come dovrebbe essere il caso.

Lo spazio tra cristallo e cristallo di *zoisite* è ripieno di granuli di calcite e di clinocloro in lamelle ed aggregati sferoidali ad evidente estinzione radiale, privo di pleocroismo.

Le porzioni verdi sono pure costituite da epidoto *zoisitico*, a struttura compatta ma di un termine più birifrangente, quindi più ferrifero, come è stato confermato all'analisi chimica. I colori di polarizzazione non sono però molto alti, aggirandosi intorno al giallo-aranciato di 1° ordine. L'allungamento è sempre negativo, l'estinzione parallela ad esso e il piano assiale ottico parallelo a (010); quindi si tratterebbe anche qui di *zoisite* α . La dispersione è poco marcata. A questa *zoisite* ferrifera si associano al solito clinocloro e qualche granulo di calcite.

Interessante era determinare la composizione chimica delle porzioni rosee e verde della roccia, nonchè quella dei grossi individui diallagici che la compongono. Con molta pazienza sono riuscito a separare una quantità sufficiente di sostanza:

Le analisi mi hanno dato i valori riportati sotto. Quella del diallagio è riferita più oltre.

SOSTANZA ROSEA		SOSTANZA VERDE
SiO ₂	36,64	35,28
TiO ₂	tracce	tracce
Al ₂ O ₃	28,34	23,75
Fe ₂ O ₃	1,02	2,11
FeO	1,56	2,40
CaO	24,56	23,16
MgO	tracce	4,26
MnO	1,50	2,10
H ₂ O—	0,48	0,36
H ₂ O+	6,00	7,20
	100,10	100,62

Peso specifico = 3,125

Peso specifico = 3,168

La composizione chimica della sostanza rosea è risultata molto vicina a quella presentata da altre zoisiti; l'analisi della sostanza verde, invece, non vi corrisponde troppo bene, ma ciò è spiegato dal fatto che la zoisite delle porzioni verdi della roccia è associata intimamente a clorite, la cui completa eliminazione, a differenza della calcite che venne asportata con acido acetico, non è stata possibile. La presenza del clinocloro giustifica quindi il tenore notevole di magnesio in confronto ai percenti che si danno per le zoisiti in genere.

Un altro campione di gabbro, trovato pure al Ponte Galmont, presenta un aspetto diverso e particolarmente caratteristico per i vaghi colori dei minerali che lo costituiscono.

La colorazione nerastra è dovuta al pirosseno monoclinico i cui cristalli sono manifestamente fratturati; le plaghe verdoline, a zoisite e clinocloro; mentre il granato, in aree reticolari e masserelle granulari, costituisce le porzioni rosee della roccia.

Questo ultimo minerale, cioè il granato, è distribuito molto irregolarmente nella roccia, essendo assai abbondante in determinate zone, in altre quasi del tutto mancante. Una sezione sottile nella porzione più ricca, vista al microscopio (Tav. I, fig. 4) si scambia agevolmente per una sezione di granatite di Val d'Ala, e come questa non manca di individui diopsidici. Le plagherelle di *granato*, perfettamente isotrope, di un color roseo pallido, con frequenti inclusioni diopsidiche, hanno un aspetto granulare, essendo state suddivise in minuti frammenti, in seguito alle pressioni subite dalla roccia.

Il *diallagio* più scuro di quello del gabbro del Bò del Colle e del Vallone delle Miniere, appare in individui frantumati, torbi, grigio-rossigni, percorsi dalle solite tracce di pseudo-sfaldatura (100). Lungo le fratture si ha neoformazione di granato roseo e di diopside (Tav. I, fig. 6).

Il *diopside* è più abbondante di quanto risulta ad un primo esame. Spesso e volentieri esso ha sostituito, in buona parte, il pirosseno dial-

gico, conservandone l'orientazione ed estinguendo contemporaneamente alla porzione diallagica ancora superstite. Oltre che in prismi, appare, più spesso, in granuli con distinta sfaldatura (110) e birifrazione energica. L'angolo di estinzione $c : c$ ha dato un valore di circa 40° .

Abbondante è poi il *clinocloro* in larghe lamine e masserelle lamellari racchiuse nel granato, incolore, con tinte di polarizzazione non tanto basse ed estinzioni radiali manifeste.

Da ricordare è pure un *termine epidotico*, che a giudicare dai colori di polarizzazione azzurrognoli e dalla bassa birifrazione appare assai povero di ferro.

La composizione chimica del diallagio nerastro del Ponte Galmont, — messa a confronto con quella del diallagio chiaro e di un diallagio di Rocca Bianca (Valle di Susa) studiato da F. Zambonini (18) — è la seguente:

DIALLAGIO NERASTRO (Valle della Germanasca)	DIALLAGIO CHIARO (Valle della Germanasca)	DIALLAGIO DI ROCCA B.a (Valle di Susa)
SiO ₂ 45,98	47,17	49,47
TiO ₂ 1,22	0,41	0,35
Al ₂ O ₃ 4,78	4,95	7,28
Cr ₂ O ₃ n. d.	n. d.	0,60
Fe ₂ O ₃ 0,70	1,24	0,88
FeO 5,15	5,64	3,10
CaO 21,48	20,44	20,85
MgO 16,60	17,14	15,14
MnO 1,60	tracce	0,51
NiO 0,27	>	—
Na ₂ O } n. d.	n. d.	0,62
K ₂ O }		
H ₂ O— 0,42	0,69	} 0,75
H ₂ O+ 1,30	2,40	
99,50	100,08	99,55
Peso specifico = 3,292	3,195	

La diversità di colore di questo diallagio non dipenderebbe dal contenuto in ferro, come si poteva credere a priori, ma, secondo noi, dal titanio e forse anche dal manganese. Entrambi i diallagi della Valle della Germanasca, sono poi risultati più ferriferi e meno alluminiferi del diallagio del gabbro metamorfosato di Rocca Bianca in Val di Susa come risulta infatti dal quadro riportato sopra.

COLLE GIULIANO - FIONIRA

Mentre le rocce descritte nelle pagine che precedono possono considerarsi come le prime avvisaglie dei gabbri e delle prasiniti dell'imponente ammasso del Monviso, situato 18 Km. più a sud, quelle di cui ci occuperemo ora, ne sono, propriamente parlando, la estrema ala nord.

Il tratto di cresta tra Colle Giuliano (2443 m.) ed il passo di Fionira (2687 m.), segnante il confine del Vallone delle Miniere, con il Vallone del Cruello (Val Pellice), è costituito da un complesso di gabbri e derivati gabbriici, tra cui predominano largamente le serpentine e le prasiniti.

Il gabbro appare subito profondamente trasformato ed anche maggiormente uralitizzato di quello che affiora, più in basso, nel Vallone delle Miniere. L'elemento diallagico è *assai* ridotto e spesso scomparso del tutto e cambiato, di regola, in *smaragdite*. Al passo Brard, ma più che altro, lungo la sponda destra del Vallone delle Miniere, ove ne giacciono grossi ammassi, trasportati dagli antichi ghiacciai, la roccia si mostra nettamente chiazzata di verde per la presenza di cristalli di *smaragdite* anche assai grandi.

Gabbro prasinitizzato del Passo Brard

Il campione prelevato al passo Brard, non ha più, almeno all'esame macroscopico, alcun residuo di diallagio: per modo che potrebbe considerarsi già come una prasinite, di cui non ha ancora assunto però la tipica struttura orbicolare.

Al microscopio si può constatare anche meglio la scomparsa totale dei primitivi costituenti.

Il *feldspato*, tutto secondario, è in belle plaghe a struttura pavimentata, assai estese e limpide, talune anche nettamente e ripetutamente geminate secondo la legge dell'albite, altre, per inclusioni di aciculi di anfibolo tremolitico, sono assai meno trasparenti. In qualche punto si vedono evidenti linee di sfaldatura.

La rifrazione media del plagioclasio si manifesta sempre maggiore, se pure lievemente, del valore n della cololite (1.5354), per cui si tratterebbe di un termine oligoclasico acido.

Alla *clinozoisite* sono da riferirsi copiosi e grossi individui prismatici grigiastri, torbi, (Tav. I, fig. 8), allungati, incurvati con birifrazione bassa, in talune sezioni quasi estinti del tutto.

A questi due minerali predominanti, si aggiungono, a costituire la roccia, l'*anfibolo* ed il *clinocloro*. Quello in cristalli bacillari, talvolta assai lunghi con andamento a ziz-zag, acroici, con nette sfaldature (110) e (001), arcuati, rotti e sfoccati alla estremità, nei quali si misura per

c: c un valore massimo di 18° ; questo, cioè il clinocloro, piuttosto scarso, in piccoli accumulamenti incolori, fibro-lamellari, ad estinzione raggiata ed a bassa birifrazione. Le fibre o lamelle arcuate e deformate presentano allungamento negativo.

Fra gli elementi accessori va ricordata la *titanite*, che forma, specie nell'albite, cumuli di granuli o pignoletti torbi.

Gabbro smeragdizzato

Sul sentiero che dalle Selle mena al Vallone delle Miniere, un po' prima di sboccare nella parte più alta di esso, cioè sul fianco di destra della Valle, si hanno, come abbiamo già notato, alcuni grossi blocchi gabbri da cui fu staccato il campione che passo ora a descrivere.

La *smaragdite* vi è molto evidente, formando alla superficie della roccia, nocciolotti, nettamente sporgenti, a tinta verde smeraldo, anche più cupa quando il minerale sia bagnato. Frammezzo ai cristalli di *smaragdite*, spiccano, in modo più o meno distinto, lamelle bianco-grigiastre a lucentezza madreperlacea di mica muscovite e aciculi anfibolici.

Anche in sezione sottile, non si scorge più alcun residuo di diallagio, essendo questo completamente trasformato in *smaragdite*, la quale ha conservato la forma e la grossezza degli individui pirossenici non che la lamellarità parallelamente ad (100) e l'angolo di estinzione, sempre elevato, aggirantesi intorno a 40° . Alle linee di divisione dovute alla pseudo-sfaldatura, altre se ne aggiungono che vengono a formare colle prime un complicato reticolo, come si osserva alla fig. 9 della Tav. I.

Il *plagioclasio* appare in plaghe grandicelle a netta struttura pavimentata più o meno libere di inclusioni. A nicols incrociati esso risolvesi in un aggregato di granuli minuti, privi, per lo più, di geminazione e taluni con manifeste sfaldature parallele. Rispetto alla *clinozoisite*, almeno nelle sezioni esaminate, l'albite risulta più scarsa; e ciò spiegherebbe anche il tenore relativamente basso degli alcali trovato all'analisi e la percentuale notevole di calcio e di alluminio. La *clinozoisite* forma estese aree grigiastre, fortemente rilevate, costituite da cristalli prismatici a contorno irregolare e granuli. Gli uni e gli altri sono affetti da rotture molto marcate, ma anche da tracce di sfaldatura pinacoidale parallele all'allungamento che è sempre negativo e rispetto al quale tutti i cristalli hanno estinzione retta.

L'*anfibolo* è di natura più tremolitica che actinolitica essendo in cristalli acroici, generalmente in aciculi, talvolta in aghetti finissimi costituenti un vero e proprio feltro. Appare derivare, in massima parte almeno, come la clorite, dal diallagio.

La *clorite* è tutta di tipo clinoclorico. Si presenta in aggregati sferoidali a netta estinzione radiale o in lamelle più estese estinguenti ondulosamente, incolore. apleocoriche, a birifrazione non tanto bassa.

Accessori: *muscovite*, *titanite*, *pirrotina*, *pirite* di cui osservasi un bel cubetto parzialmente limonitizzato, *rutilo*. Quest' ultimo è di solito incluso nella *smaragdite*.

L'analisi, eseguita su di un grammo di sostanza, ha dato i valori seguenti :

SiO ₂	48,94
TiO ₂	0,25
Al ₂ O ₃	18,32
Fe ₂ O ₃	2,22
Cr ₂ O ₃	tracce
FeO	2,35
NiO	tracce
MnO	0,07
CaO	15,15
MgO	8,40
Na ₂ O	2,04
K ₂ O	
H ₂ O—	0,44
H ₂ O+	2,70
	<hr/> 100,88

Prasinite epidotica di Punta Segnale

Questo campione, prelevato presso il Colle Giuliano, vale a dire a poca distanza dal contatto dei calcesciti con le rocce della terza sezione, ha una manifesta struttura ocellare. Già all'esame macroscopico si notano delle plagherelle bianche, tondeggianti o d'altra forma, di 1-2 mm. di dimensione, distribuite, non troppo regolarmente, in una massa verde scura, fibrosa, lamellare. La roccia ha una scistosità distinta e sulle superfici di divisione gli elementi colorati nascondono quasi del tutto le porzioni bianche della roccia.

Al microscopio la roccia presenta una tessitura orbicolare evidente e costituenti ben differenziati assai meglio distinguibili che nelle prasiniti già descritte di Bô del Colle e della Mianda.

Il *plagioclasio* secondario forma occhi tondeggianti, o plaghe a contorno irregolare, con inclusioni, piuttosto grandi, ben visibili, di anfibolo, epidoto, titanite, clorite ed anche apatite. Avendo indice di rifrazione generalmente alquanto maggiore di quello della collolite, deve trattarsi più che altro di un termine oligoclasico acido. Abbastanza frequente è la geminazione secondo la legge dell'albite.

L'*anfibolo*, che per abbondanza viene subito dopo il feldspato, è in cristalli ben evidenti e con non poche sezioni perpendicolari all'asse verticale. Il pleocroismo, di solito, più marcato nella porzione periferica di essi è il seguente :

- a = giallo verdolino pallido
- b = verde giallastro
- c = verde azzurrognolo.

Il valore massimo per c : c è risultato = 22°. In talune sezioni perpendicolari all'allungamento si riconosce la presenza delle forme (110) e (010), questa però sempre subordinata. L'anfibolo, anche per l'alta percentuale di FeO rivelata all'analisi, è un termine orneblendico.

In quantità quasi eguale a quella dell'anfibolo è un minerale del gruppo dell'*epidoto*, sovente in netti idroblasti prismatici spesso geminati e percorsi da evidenti linee di sfaldatura, ma anche più spesso da vere e proprie rotture. Alla zoisite, e precisamente alla *zoisite* α , riferisco questo minerale i cui cristalli nettamente sfaldati secondo (010) hanno allungamento sempre negativo; ciò che dimostra che il piano assiale ottico è parallelo al pinacoide laterale (010).

La *clorite*, molto copiosa, si mostra in plaghe a contorno sinuoso e dentellato, di colore verde azzurrognolo, pleocroiche. Il pleocroismo varia dal verdolino pallido, parallelamente alle tracce di sfaldatura, al giallo chiarissimo, perpendicolarmente. La estinzione è completa o quasi nelle sezioni parallele alla base, radiale in quelle normali. La birifrazione sempre bassa.

Da queste plaghe di *clorite* si dipartono, non di rado, lunghi ed esili cristallotti di anfibolo, i quali penetrano nel plagioclasio conservando la orientazione ottica che avevano uscendo dalla *clorite*.

Tutt'altro che scarsa, sebbene sia un costituente accessorio, è la *titanite*, in cristalli idiomorfi, grandi celli, a volte geminati secondo (100) spezzati, un po' torbi, limitati dalle facce di (101) e (100), il cui angolo di $28^{\circ} 30'$ corrisponde abbastanza bene a quello teorico ($28^{\circ} 5'$). Anche degno di nota è un bel cristallino a losanga acuta, incluso nel plagioclasio. Ma più di frequente la *titanite* è in granuli e pignoletti associati ad un minerale opaco, scuro, riferibile alla *ilmenite*. Dalle alterazioni di questa si sarebbero formate titanite e masserelle leucoxeniche, di cui talune presentano ancora nell'interno un nucleo opaco nero ilmenitico.

Fra i costituenti del tutto accessori, assai meno abbondanti della *titanite*, sono da ricordarsi il *rutilo* che sembra provenire pure dall'alterazione del ferrotitanato, *prodotti ocracei* sparsi qua e là e l'*apatite*.

All'analisi chimica, eseguita su di un grammo di sostanza, la roccia ha dato i seguenti risultati:

SiO ₂	49,01
TiO ₂	2,98
Al ₂ O ₃	16,12
Fe ₂ O ₃	1,20
FeO	6,43
CaO	10,82
MgO	8,02
Na ₂ O	3,21
K ₂ O	0,34
P ₂ O ₅	0,20
H ₂ O—	0,31
H ₂ O+	2,11
	100,85

Peso specifico = 2,973

Granatite

Il versante della Cresta Giuliano-Passo della Fionira prospiciente il Vallone delle Miniere è cosparso di grossi e numerosi blocchi di serpentina e di granatite misti a concentrazioni e noccioli di clorite verde azzurrina. La clorite, da me analizzata anni or sono (4), si palesò per una varietà clinoclorica.

Della granatite ho pure già dato un cenno a proposito dello studio sull'idocrasio (7) che in essa vi si rinviene ed ho fatto osservare come nelle cavità si annidino cristalli ben formati di granato, in tutto simili alla varietà rossigna così nota di Val d'Ala. Credo però non inutile soffermarmi ancora brevemente su detta roccia, che ritengo dovuta, anche qui, alla trasformazione delle masse gabbriche.

Il *granato* rosso in massa, pallidamente rosato in sezione sottile, si presenta in individui e plaghe un po' torbe, molto irregolari e a contorni arrotondati e sinuosi (Tav. I, fig. 5). I vani lasciati fra cristallo e cristallo sano riempiti da *clinocloro*.

Questo ultimo minerale è perfettamente incolore, apleocroico, abbastanza fortemente birifrangente. Le lamelle, generalmente brevi, sono spesso incurvate o a ventaglio, nel quel caso estinguono radialmente.

Costituenti accessori della roccia, ma non tanto scarsi, sono la *titanite*, in individui ramificati, arrotondati o in granuli discretamente trasparenti e sensibilmente pleocroici con frequenti inclusioni di *ferro titanato* da cui derivano. A questo si associano masserelle torbe, grigiastre più estese di *leucoxeno*.

*
*
*

Per mettere maggiormente in evidenza le relazioni che passano, dal punto di vista chimico, tra i diversi tipi litologici analizzati ho calcolato per ognuno di essi le formule magmatiche secondo il metodo di Loewinson-Lessing e secondo quelle di Osann.

Come pure mi sono valso dei poligoni stellati del Brögger per rappresentare graficamente la composizione globale delle rocce esaminate (Tav. III e IV) e del diagramma triangolare di Osann (Tav. V).

Mianda

Bò del Colle

	Gabbro prasinitizzato senza residui diallagici			Prasinite cloritica			Gabbro prasinitizzato con evidenti residui diallagici			Anfibolite epidotica			Prasinite anfibolica a strutt. ocellare poco distinta		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
SiO ₂	53,20	88,22	55,62	50,04	82,98	51,76	51,49	85,38	52,48	54,23	89,93	56,46	52,83	87,61	56,64
Al ₂ O ₃	13,54	13,24	8,35	15,49	15,15	9,45	16,31	15,95	9,80	13,77	13,47	8,46	16,14	15,71	10,21
Fe ₂ O ₃	3,53	2,21	—	1,13	0,70	—	1,01	0,63	—	2,80	1,75	—	4,57	2,86	—
FeO	6,95	9,67	7,41	10,23	14,30	9,37	3,67	5,10	3,50	6,66	9,27	6,92	5,72	9,76	6,99
MgO	7,95	19,71	12,43	9,86	24,45	15,25	10,80	26,78	16,46	8,17	20,26	12,72	6,74	16,71	10,79
CaO	10,87	19,38	12,21	9,93	17,71	11,04	13,43	23,95	14,72	9,70	17,23	10,86	8,43	15,03	9,74
Na ₂ O	3,61	5,82	3,67	2,87	4,62	2,89	2,66	4,29	2,64	4,28	6,90	4,32	5,13	8,27	5,34
K ₂ O	0,35	0,37	0,23	0,40	0,42	0,24	0,63	0,66	0,40	0,31	0,41	0,26	0,44	0,46	0,23
	100,00	158,62	100,00	100,00	160,33	100,00	100,00	162,74	100,00	100,00	159,28	100,00	100,00	156,49	100,00

NOTA — Colonna 1 — Risultati dell'analisi portati a cento dopo aver detratto il valore di H₂O, CO₂ e ridotta la totalità di TiO₂ ed MnO rispettivamente ad SiO₂ ed FeO.

2 — Rapporti molecolari dei singoli componenti.

3 — Percentuale dei rapporti molecolari dopo aver ridotto anche il valore di Fe₂O₃ a FeO.

Bô del Colle

Punta Segnale

	Prasinite anfibolica a strutt. ocellare più marcata			Prasinite anfibolica a struttura ocellare minuta			Prasinite anfibolica a struttura granulare fibrosa			Prasinite epidotica		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
SiO ₂	50,35	83,43	52,03	53,48	88,68	55,62	50,50	83,74	53,54	52,60	87,23	54,76
Al ₂ O ₃	15,55	15,21	9,49	14,75	14,43	8,35	17,23	16,82	11,76	16,56	16,20	10,17
Fe ₂ O ₃	2,01	1,25	—	2,55	1,59	—	3,70	2,31	—	1,24	0,77	—
FeO	6,31	8,78	6,25	4,64	6,45	7,49	6,29	8,75	7,03	6,61	9,20	6,25
MgO	9,56	23,71	14,76	9,72	24,10	12,43	8,26	20,48	13,09	8,24	21,43	12,81
CaO	11,80	21,20	13,22	10,69	19,06	12,21	10,20	18,19	11,63	11,11	19,81	12,44
Na ₂ O	4,04	6,51	4,06	3,88	6,25	3,67	3,61	5,82	3,73	3,29	5,30	3,33
K ₂ O	0,29	0,30	0,19	0,29	0,30	0,23	0,24	0,25	0,16	0,35	0,37	0,24
	100,00	161,45	100,00	100,00	160,86	100,00	100,00	156,36	100,00	100,00	153,31	100,00

FORMULE MAGMATICHE SECONDO LOEWINSON-LESSING

		SiO ₂	R ₂ O ₃	RO	α	β	SiO ₂	R ₂ O ₃	RO	R ₂ O:RO	Na ₂ O: K ₂ O
Mlanda	Gabbro prasinitizzato senza residui diallagici.	8,83	1,55	5,50	1,74	79,90	5,69	1	3,54	1: 7,87	1: 0,06
	Prasinite cloritica	8,29	1,58	6,15	1,52	93,21	5,24	1	3,89	1: 11,20	1: 0,09
	Gabbro prasinitizzato con evidenti residui diallagici.	8,51	1,66	6,08	1,54	93,60	5,14	1	3,66	1: 11,27	1: 0,15
Bò del Colle	Anfibolite epidotica.	8,99	1,52	5,41	1,80	77,11	5,91	1	3,55	1: 6,40	1: 0,06
	Prasinite anfibolica a strutt. ocellare poco distinta.	8,76	1,86	5,02	1,65	78,62	4,70	1	2,69	1: 4,75	1: 0,05
	Prasinite anfibolica a strutt. ocellare più marcata	8,35	1,65	6,05	1,51	92,17	5,06	1	3,66	1: 7,88	1: 0,05
	Prasinite anfib. a strutt. ocellare min.	8,87	1,60	5,62	1,70	81,39	5,54	1	3,51	1: 7,57	1: 0,05
	Prasinite anfibolica a struttura granulare fibrosa.	8,38	1,92	5,35	1,51	86,72	4,36	1	2,78	1: 7,81	1: 0,04
Punta Segnate	Prasinite epidotica	8,72	1,69	5,51	1,64	82,63	5,15	1	3,26	1: 8,71	1: 0,07

FORMULE MAGMATICHE SECONDO OSANN

	S	A	O	F	N	a	c	f	
Mianda	Gabbro prasinitizzato senza residui diallagici . . .	55,62	3,90	4,45	27,68	9,41	2,16	2,47	15,37
	Prasinite cloritica	51,76	3,13	6,32	29,33	9,23	1,62	3,26	15,12
	Gabbro prasinitizzato con evidenti residui diallagici	52,48	3,04	6,46	27,92	6,68	1,61	3,59	14,80
Dò del Colle	Anfibolite epidotica.	56,46	4,58	3,88	26,62	9,43	2,61	2,21	15,18
	Prasinite anfibolica a strutt. ocellare poco distinta . .	56,64	5,63	4,58	27,52	9,48	2,99	2,43	14,58
	Prasinite anfibolica a strutt. ocell. più marcata . . .	52,03	4,25	5,24	28,99	9,55	2,20	2,73	15,07
	Prasinite anfibolica a struttura ocellare minuta . . .	55,62	3,90	4,45	27,68	9,41	2,16	2,47	15,37
Punta Segnale	Prasinite anfibolica a struttura granulare-fibrosa . .	53,54	3,89	6,87	24,94	9,58	2,18	3,85	13,97
	Prasinite epidotica	54,76	3,57	6,60	24,90	9,32	2,04	3,76	14,20

RIASSUNTO E CONCLUSIONI

Le opinioni emesse dai Petrografi intorno al processo di trasformazione delle rocce gabbriche sono ancora assai discordanti. Ciò non deve, per altro, meravigliare quando si ponga mente al numero rilevante di tipi rocciosi che occorrerebbe prendere in esame, specie dal lato chimico — ed anche quantitativamente valutare — per risolvere il quesito in tutte le sue parti e come siffatto esame debba, in pratica, risultare tutt'altro che agevole (10).

L'Ingegnere S. Franchi, dallo studio (1) di rocce gabbriche e diabasiche delle Alpi Occidentali (Val di Maira, Valle di Grana, Valle del Chisone) e il nostro non mai abbastanza compianto Prof. E. Manasse da quello di diabasi, gabbri e prasiniti dell'isola della Gorgona (8), giunsero alla conclusione che il processo di trasformazione avviene senza aggiunta né perdita di elementi.

L'unico veicolo necessario alla trasformazione è, secondo E. Manasse, l'acqua, mentre gli scambi chimici avverrebbero esclusivamente fra gli stessi minerali della roccia primitiva.

A conclusioni differenti hanno portato le analisi di gabbri metamorfosati di Rocca Bianca in Val di Susa fatte da F. Zambonini (15) ed altre, su materiali rocciosi dell'Isola del Giglio, fatte da F. Millosevich (11).

Alla Rocca Bianca e all'Isola del Giglio la prasinitizzazione sarebbe avvenuta non solo per l'influsso dell'acqua, ma anche per uno scambio di sostanze con l'esterno e col progredire di essa si avrebbe: aumento di ossido di ferro, aumento di ossido di magnesio e contemporaneamente diminuzione di ossido di calcio.

La decalcificazione, secondo F. Zambonini, ha luogo durante l'uralizzazione del pirosseno, come sarebbe anche provato da analisi eseguite da Duparc ed Hornung su materiali molto puri.

Anche il Termier ha trovato perdita in CaO nelle rocce del Pelvoux la cui diabase normale ha: CaO = 6,35 % ed MgO = 4,71 % mentre la diabase trasformata ha: CaO = 0,95 % ed MgO = 5,32 %. La necessità di uno scambio con l'esterno per F. Zambonini deve vedersi anche nella trasformazione del plagioclasio basico primitivo, che dà luogo ad una quantità rilevante di albite, di cui non ci si saprebbe spiegare altrimenti la presenza.

Similmente F. Millosevich trova per le rocce verdi dell'Isola del Giglio una evidente diminuzione di CaO ed un aumento marcato in ossidi di ferro.

Per spiegare la decalcificazione, bisognerebbe, dice F. Millosevich, sapere, prima di tutto, se la calcite è un prodotto di decomposizione dei silicati calciferi, o se non sia, piuttosto, dovuta a penetrazione dall'ambiente esterno durante le prime fasi della metamorfosi. Cosa questa assai probabile, data l'intima connessione delle rocce gabbriche con i calcescisti.

Il Lacroix (7), coi dev'onsi interessanti e recentissime ricerche sulla prasinitizzazione dei gabbri del Madagascar, tiene distinto il processo di uralitizzazione dal processo di saussuritizzazione. Il primo, secondo lui, avverrebbe senza alcun cambiamento sostanziale della composizione chimica globale della roccia, o per lo meno senza modificazioni notevoli dei caratteri chimico-mineralogici di essa. L'altro, cioè la saussuritizzazione, sarebbe invece accompagnato da trasformazioni chimiche caratterizzate, essenzialmente, da una diminuzione del tenore degli alcali e della magnesia e da un arricchimento di ossido di calcio. Per questo Petrografo quindi la trasformazione si compierebbe con un processo precisamente opposto a quello descritto da F. Zambonini.

Nelle rocce da me studiate, la prasinitizzazione è pure avvenuta in base alla saussuritizzazione del plagioclasio ed alla uralitizzazione del pirosseno, ed il primo fenomeno precede il secondo e si manifesta quindi sempre più progredito.

In seguito alla saussuritizzazione si formerebbero, secondo me, albite, epidoto, clinozoisite, zoisite, anfibolo e clorite, ed in seguito alla uralitizzazione, tremolite, actinolite, glaucofane più di rado, clorite, diopside, granato, epidoto e serpentino.

Nei campioni esaminati ho potuto riscontrare le tre forme di uralitizzazione ammesse dal Lacroix e cioè:

I - Trasformazione dei singoli individui di diallagio in un aggregato di cristalli anfibolici senza alcuna orientazione geometrica (Bò del Colle).

II - Trasformazione di un cristallo di diallagio in un solo cristallo di anfibolo, generalmente, isorientato (Mianda).

III - Associazione di queste due forme (Bò del Colle).

I minerali secondari si sono presentati nelle diverse rocce in proporzioni variabili, ma di solito l'anfibolo si è mostrato prevalente sulla clorite e sull'epidoto.

Quanto all'aspetto della prasiniti della Valle della Germanasca, è da ricordare che mentre quelle prelevate nei dintorni dell'affioramento del Bò del Colle non presentano una struttura ocellare molto evidente, essendo generalmente più compatte, quelle invece della Mianda e della Punta Segnale, mostrano non solo una struttura ocellare più marcata, ma anche un colore verde più cupo dovuto ad una clorite più ricca in ferro. Questi due caratteri sono poi particolarmente accentuati nelle prasiniti situate fuori della sezione nostra, e cioè nei micascisti e gneiss superiori. E quindi, sebbene il Novarese ed i Petrografi in generale, non ammettano differenze fra le prasiniti dei calcescisti e quelle dei micascisti, si potrebbero trovare forse non poche altre piccole divergenze riguardanti la struttura come anche la composizione mineralogica e chimica e su questo argomento mi fermerò in un altro scritto.

Per poter notare la entità della decalcificazione delle prasiniti da me studiate, derivate, come abbiamo detto, dai gabbri, sarebbe stato necessario possedere un campione di gabbro normale inalterato, ciò che non fu possibile per la mancanza di una siffatta roccia nella zona esaminata.

Ad ogni modo, paragonando le analisi che ho eseguito sui campioni della Mianda, del Bò del Colle e della Punta Segnale, riportate nei seguenti quadri, constatiamo anche noi una sicura decalcificazione durante il processo di prasinitizzazione, ed un aumento di ossido di ferro.

Bò del Colle (1)

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	50,30	50,60	49,72	45,38	51,45	48,35
TiO ₂	0,47	1,85	1,35	1,30	0,52	1,00
Al ₂ O ₃	16,04	13,20	15,50	14,32	14,30	16,72
Fe ₂ O ₃	1,00	2,69	4,39	1,85	2,47	3,60
FeO	3,60	5,80	5,49	4,55	3,76	6,12
CaO	13,21	9,30	8,10	10,95	10,36	9,92
MgO	10,62	7,83	6,47	8,80	9,42	8,03
MnO	tracce	1,31	tracce	1,25	0,73	—
Na ₂ O	2,62	4,10	4,93	3,72	3,76	3,51
K ₂ O	0,62	0,38	0,42	0,27	0,29	0,24
H ₂ O—	0,40	0,49	0,52	0,20	0,38	0,49
H ₂ O+	2,21	3,06	3,26	2,74	2,90	3,00
CO ₂	—	—	—	4,40	—	—
	101,09	100,61	100,15	99,73	100,34	100,98

- (1) 1 — Gabbro prasinitizzato con evidenti residui di allagici.
 2 — Anfibolite epidotica.
 3 — Prasinite anfibolica a strutt. ocellare poco distinta.
 4 — Prasinite anfibolica a strutt. ocellare più marcata.
 5 — Prasinite anfibolica a struttura ocellare minuta.
 6 — Prasinite anfibolica a struttura granulare-fibrosa.

	Mianda ⁽¹⁾		Punta Segnale ⁽¹⁾	
	1	2	3	4
SiO ₂	50,00	46,72	48,94	49,01
TiO ₂	0,90	0,65	0,25	2,98
Al ₂ O ₃	12,90	14,61	18,32	16,12
Fe ₂ O ₃	3,36	1,07	2,22	1,20
FeO	6,12	9,60	2,35	6,43
CaO	10,35	9,37	15,15	10,82
MgO	7,57	9,30	8,40	8,02
MnO	0,50	0,10	0,07	--
Na ₂ O	3,44	2,71		3,21
K ₂ O	0,33	0,38	2,04	0,34
H ₂ O—	0,35	0,23	0,44	
H ₂ O+	3,30	2,00	2,70	2,62
CO ₂		4,00		
	99,12	100,84	100,88	100,85

Per avere una conferma della decalcificazione ho voluto anche intraprendere una breve ricerca statistica valendomi di ben 58 analisi chimiche di gabbri detti normali contenute nelle « Chemical analyses of igneous roches » del Washington (14), le quali analisi mi hanno dato, per i costituenti più importanti, i seguenti valori medi:

SiO ₂	48,31
Al ₂ O ₃	18,86
Fe ₂ O ₃	4,69
FeO	4,89
CaO	12,20
MgO	6,73

Confrontando ora la composizione chimica delle prasinita da me analizzate con le percentuali suddette, si nota, anche per questa via, una reale perdita di calcio essendo la media di CaO trovata nelle mie rocce = 10,75.

Circa le cause che avrebbero provocato la trasformazione dei gabbri io credo siano da accettarsi le conclusioni alle quali sono giunti S. Franchi ed E. Manasse, vale a dire debba escludersi l'influenza delle sole forze dinamiche, essendosi più volte potuto osservare (per esempio nel Brianzese e nelle Alpi Marittime) rupi fortemente disturbate senza rilevante alterazione.

Le azioni orogenetiche sarebbero invece da considerarsi come un agente concomitante, favorevole al metamorfismo, cioè di grande aiuto al fattore « acqua », unico veramente importante. L'acqua, di cui sono

(1) 1 — Gabbro prasinitizzato con apparenti residui di allagici.
 2 — Prasinite cloritica.
 3 — Gabbro smeragdizzato.
 4 — Prasinite epidotica.

abbastanza ricchi i minerali delle rocce trasformate, non sarebbe soltanto il veicolo necessario alla trasformazione, ma, prima, solvente dei silicati originari e, dopo, costituente chimico della maggior parte di quelli secondari.

I movimenti orogenetici, come dimostrarono i bellissimi lavori di Giorgio Spezia, avrebbero prodotto: calore (derivato in parte dalla trasformazione in energia termica della forza viva delle masse rocciose in movimento, in parte dal grado geotermico che esse masse rocciose incontrarono per l'inabissamento) e pressione che, agendo insieme, aumentavano così la forza solvente dell'acqua.

La pressione da sola manteneva liquida l'acqua anche sopra 100° e provocava la fratturazione dei minerali primitivi rendendone più facile, per l'aumento di superficie, l'attacco e la distruzione.

Per quanto riguarda la temperatura, è forse pericoloso ritenerla, necessariamente e costantemente, molto alta. Giova infatti non dimenticare che il fenomeno ha avuto luogo in un periodo lungo di tempo; ora il tempo è tale fattore geologico, che, anche con minime cause concomitanti, produce, infallibilmente, i più grandi effetti.

... (faded text) ...

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

... (faded text) ...

Tav. I (1)

- Fig. 1. Prasinite anfibolica a struttura ocellare poco distinta. Bò del Colle.
- > 2. Gabbro. Diallagio, con evidenti linee di pseudo-sfaldatura e di rottura, trasformato, parzialmente, in clinocloro. Vallone d. Miniere.
 - > 3. Serpentina lherzolitica. Vallone d. Miniere.
 - > 4. Gabbro. Nella porzione ricca in granato. Le plaghe bianche sono dovute a clinocloro. Ponte Galmont.
 - > 5. Granatite con granato ora torbo ora limpido (parte inferiore d. fotog.) e clinocloro. Vallone d. Miniere.
 - > 6. Diallagio nerastro, trasformato, parzialmente, in diopside e granato. Ponte Galmont.
 - > 7. Gabbro con diallagio, in parte, trasformato in clinocloro e magnetite. Erratico.
 - > 8. Gabbro con grossi cristalli di clinozoite. Passo Brard.
 - > 9. Gabbro con un grosso individuo di smaragdite. Erratico.

Tav. III.

- Fig. 1. Gabbro a residui diallagici. Bò del Colle
- > 2. Anfibolite epidotica » » »
 - > 3. Prasinite anfibolica a strutt. ocellare poco distinta. » » »
 - > 4. » » » » » più marcata . . . » » »
 - > 5. » » » » » granulare fibrosa . . . » » »
 - > 6. » » » » » ocellare minuta . . . » » »

Tav. IV

- Fig. 1. Gabbro prasinitizzato. Mianda.
- > 2. Anfibolite cloritica. »
 - > 3. Prasinite epidotica. Punta Segnale.

Tav. V.

- Fig. 1. {
- 1. Gabbro con residui diallagici Bò del Colle
 - 2. Anfibolite epidotica » » »
 - 3. Prasinite anfibolica a strutt. ocellare poco distinta. » » »
 - 4. » » » » » più marcata . . . » » »
 - 5. » » » » » granulare fibrosa . . . » » »
 - 6. » » » » » ocellare minuta . . . » » »
 - 7. Gabbro prasinitizzato. Mianda.
 - 8. Prasinite cloritica. »
 - 9. Prasinite epidotica. Punta Segnale.

(1) Le microfotog. sono state eseguite, a luce ordin., su sezioni sottili preparate dal Sig. Gori Fortunato del Laboratorio di Mineralogia e Geologia del R. Istituto Sup. Forestale Nazionale di Firenze. L'ingrandimento è di 29 diam., eccetto per la 7 ove è di 24.

P. COMUCCI

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELL' ISOMORFISMO
DEI CRISTALLI MISTI

DI SOLFATO DI FERRO E DI SOLFATO DI RAME

Nella presente nota ho intrapreso lo studio dei cristalli misti di solfato di ferro e di solfato di rame, la formazione dei quali e la composizione dei cristalli limiti fu già da Retgers stabilita (*). Siccome esso trattò la questione dal punto di vista generale dell'isomorfismo e questa coppia, forse perchè ritenuta poco stabile, a mia notizia non è stata considerata in seguito in modo particolare, ho creduto non inutile ristudiarne le proprietà.

Il solfato di rame adoprato era prodotto commerciale ricristallizzato, mentre il solfato di ferro era ottenuto da me per reazione fra trucioli di ferro ed acido solforico in presenza di idrogeno. Il prodotto poteva perciò essere adoprato di recente preparazione, ma del resto esso si conserva abbastanza bene per un tempo sufficientemente lungo, quando sia mantenuto all'asciutto e allo scuro.

I cristalli da studiare, dovendo essere ottenuti abbastanza rapidamente in vista dell'ossidazione, si facevano deporre da liquido caldo, preparando prima soluzione calda di solfato di rame, in essa introducendo il solfato ferroso che rapidamente si scioglieva, e calcolando le quantità dei due sali in maniera di non averne cristallizzato un grande eccesso; la soluzione veniva abbandonata in ambiente a temperatura poco variabile.

Per l'analisi dei cristalli ho determinato il solo ferro allo stato di idrato ferrico, risalendo poi alla percentuale di solfato di ferro e per differenza a quello di solfato di rame; in questo calcolo l'acqua di cristallizzazione era stabilita in sette molecole quando la forma dei cristalli era quella della melanteria, in cinque molecole d'acqua, quando la forma era della calcantite. La separazione dell'idrossido di ferro si faceva ossidando la soluzione dei solfati con acido nitrico e quindi precipitando con ammoniacca. Il rame rimaneva in soluzione, ma è bensì vero che il precipitato trascinava una certa quantità di questo metallo; perciò il precipitato veniva disciolto sul filtro e trattato di nuovo con ammoniacca, ripe-

(*) RETGERS. *Zeit. für Physik Chemie*, XV pag. 562.

tendo l'operazione con il medesimo filtro almeno tre volte finchè il liquido ammoniacale soprastante all'idrato non era perfettamente incolore.

Per analizzare il liquido in contatto con i cristalli ne prelevavo 10 cm³ che venivano diluiti a 100 cm³ perchè le soluzioni anche dopo cristallizzate erano molto ricche di sali disciolti. Poi prendevo della soluzione diluita tre porzioni ognuna di 20 cm³ delle quali una serviva mediante la soluzione titolata di permanganato potassico a determinare subito il ferro allo stato ferroso; così ho potuto constatare che nonostante le diverse manipolazioni ed un contatto tra liquido e cristalli di un paio di giorni, l'ossidazione del ferro arrivava al più a 5 % del ferro totale, che veniva determinato a parte, come ho indicato sopra, in forma di Fe₂O₃, in altri 20 cm³ della soluzione diluita. Dagli ultimi 20 cm³ veniva precipitato il solfato di Bario che dava l'acido solforico totale, mentre la determinazione del Fe₂O₃ secondo il metodo descritto permetteva di calcolare per differenza quanto dell'acido solforico totale era unito al rame e quindi la quantità presente di solfato di rame. D'altra parte la determinazione del sale ferroso con la soluzione permanganica dava modo di trovare, rispetto al ferro totale, la percentuale di solfato ferroso, la quale sola è stata messa in conto per l'equilibrio.

*
**

I cristalli con le forme della melanteria sono di un colore celeste verdastro pallido, a forma prismatica, terminati dalla base. Compajono di quelli perfettamente trasparenti e in apparenza perfetti; le dimensioni dipendono dalla ricchezza del liquido dal quale si depongono e dal tempo, e si possono ottenere di grandezza notevole. Al goniometro le facce danno immagini multiple, sfumate, contorte in modo che sono in genere pochissimo adatti per misure angolari precise e sotto l'azione dell'illuminazione si guastano rapidamente in modo che le faccette piccole, se non si fa l'osservazione su materiale fresco, non danno immagine. Inoltre è da notare una grande povertà di forme in modo che solo la base e il prisma fondamentale (110) sono costanti. Questi fatti sono usualmente noti per i cristalli misti; qui possiamo constatare che la riduzione delle forme è realmente causata dalla presenza del solfato di rame e non dipende da particolari condizioni di cristallizzazione, perchè, mantenendo queste costanti, i cristalli a 92,16 % presentano oltre (001) e (110), anche (010) (011) (101) (103) (121) e questa relativa abbondanza di forme, sparisce improvvisamente nei cristalli più ricchi di solfato di rame, mentre sporadicamente tornano a comparire faccette oblique nei cristalli con meno di 57 % di FeSO₄ · 7H₂O in accordo con l'altro fatto che tali cristalli, poveri in solfato di ferro, tendono a diminuire le divergenze cristallografiche con la melanteria. E' esposta qui sotto una tabella di valori angolari avuti dalle sopradette cristallizzazioni.

		CRISTALLI MISTI CON FeSO ₄ 7H ₂ O PER CENTO									
		(2)									
	(1) Valori calcolati per Fe ₅₀ .7H ₂ O	92,16	78,55	66,63	66,25	64,46	57,57	52,46	50,71	49,26	41,71
110 : $\bar{1}10$	82° 12'	82° 47'	84° 14'	84° 27'	83° 28'	83° 27'	83° 37'	85° 15'	82° 38'	82° 19'	81° 46'
110 : 001	80.41	80.13	79.49	79.33	79.41	80.3	80.1	79.52	79.42	—	—
010 : 110	41.6	41.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
011 : 001	56.13	56.25	—	—	—	—	55.6	57.15	—	—	—
101 : 001	43.44	43.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$\bar{1}01$: 001	61.45	—	—	—	—	—	—	—	63.9	—	62.18
103 : 001	20.53	20.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 $\bar{1}$: 110	27.14	27.23	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Ogni valore degli angoli 110 : $\bar{1}10$ e 110 : 001 rappresenta la media di numerose misure, e, quantunque in ogni gruppo di questi vi siano dei dati alquanto divergenti, essi rappresentano i valori più attendibili di tutta la tabella; gli altri furono ricavati da poche misure e non sempre buone. Le divergenze riscontrate in ogni serie che ha servito a dare la media per 110 : $\bar{1}10$ e 110 : 001, mettono in luce deformazioni nella struttura di questi cristalli che rendono meno sicure le deduzioni quando si appoggino su scarso materiale sperimentale.

I cristalli con 92,16 % di FeSO₄ 7H₂O presentano nei valori angolari una notevole concordanza con i cristalli puri. La variazione dell'angolo 110 : $\bar{1}10$, piccola nei cristalli sopradetti, cresce rapidamente raggiungendo il massimo già per i cristalli con 78,55 % di FeSO₄ 7H₂O e poi scema gradatamente con la ricchezza in solfato di rame per tornare alla norma per i cristalli con 50 % di FeSO₄ 7H₂O. Molto meno sensibili e meno caratteristiche sono le oscillazioni di 110 : 001. Questi due angoli permettono la determinazione di β e del rapporto parametrico $x : y$. Il valore parametrico rispetto a z si può soltanto in pochi casi e con minore attendibilità ricavare mediante le facce 011, 101 o $\bar{1}01$.

(1) Questi valori sono stati tolti dal « Chemische Kristallographie » von P. Groth: Leipzig 1908, II parte, Pag. 431.

(2) I cristalli 52,45 % di FeSO₄ 7H₂O hanno presentato una laccetta, che apprezzando il riflesso al goniometro, corrisponderebbe alla posizione di $\bar{1}01$, ma non dettero un'immagine goniometrica visibile.

Nella tabella seguente sono raccolti i calcoli corrispondenti.

Percentuali in FeSO ₄ 7H ₂ O	β	x : y	z : y (determinato mediante 011)	z : y (determinato mediante 101 o $\bar{1}01$)	a : b : c
92,16	75° 6'	1,1743	1,5584	1,5581	1,1743 : 1 : 1,5581
78,55	74.43	1,1467	—	—	—
66,63	74.21	1,1426	—	—	—
66,25	74.25	1,1603	—	—	—
64,46	74.57	1,1618	—	—	—
57,57	74.56	1,1584	1,4845	—	1,1584 : 1 : 1,4845
52,46	74.38	1,1718	1,6123	—	1,1718 : 1 : 1,6123
50,71	74.17	1,1817	—	1,5586	1,1817 : 1 : 1,5586

Essendo per la Melanteria i valori delle costanti :

$$\beta 75^{\circ} 45' \quad a : b : c = 1,1828 : 1,5427 \text{ (Zepharowich)}$$

possiamo osservare che il valore dell'angolo β scema anche con un contenuto modesto di CuSO₄ e presenta oscillazioni non ben decise. Il rapporto a : b, se si astrae dal valore relativo alla percentuale 66,63, contro il quale stanno i valori per 66,25 e 64,46, presenta un rapido abbassamento fino ad un minimo con un contenuto fra 70 e 80 % di FeSO₄ 7H₂ O e poi sale gradatamente fino quasi al valore della melanteria. Tenuto conto che l'angolo 110 : $\bar{1}10$ ha valore normale per bassi contenuti di FeSO₄ 7H₂ O e che tali cristalli presentano, come si deduce da quelli con 50,71 %, un rapporto assiale quasi normale insieme con una certa frequenza di facce oblique, si può concludere che le divergenze dei cristalli misti rispetto a quelli di solfato di ferro puro non crescono ininterrottamente con il crescere del contenuto in solfato di rame, ma presentano un massimo.

I cristalli misti con le forme della calcantite avevano un colore azzurro vivace e l'abito degli ordinari cristalli puri. Due zone si presentavano sviluppate e chiudevano la forma, cioè la zona parallela all'asse verticale comprendente (100) (010) (110) (120) ed una passante per 021 e 110 con (111) (021) ($\bar{1}10$). Le facce della zona verticale, al goniometro, si presentavano incurvate e presso a poco di uguale sviluppo cosicchè una forma si distingueva dell'altra solamente all'atto della misura, e questo rendeva difficile stabilire delle misure fra le facce di questa zona e quelle dell'altra : il che potendosi fare con sicurezza in tutti i casi, avrebbe permesso di determinare qualche costante. Altre faccette si presentavano nei cristalli fra le due zone, lateralmente, e sono state identificate per (011) e ($\bar{1}21$). Le immagini, erano spesso contorte, generalmente sfumate, anche perchè bisognava usare cristallini piccoli i quali riflettevano poca

luce. Dal confronto con cristalli di solfato di rame puro cristallizzato nelle medesime condizioni risulta che nei cristalli puri le facce sono piane e danno immagini nette, ma non si guadagna rispetto all'abbondanza delle forme, perchè in questi ho determinato le forme (100) (010) (110) ($\bar{1}\bar{1}0$) ($\bar{1}\bar{2}0$) (021) ($0\bar{2}\bar{1}$) ($\bar{1}\bar{1}1$) ($1\bar{2}\bar{1}$) ritrovate tutte anche nei cristalli misti ad eccezione di ($0\bar{2}\bar{1}$).

Segue una tabella dei valori angolari, ognuno dei quali è la media di più misure, abbastanza numerose nel caso di forme appartenenti alle due zone abituali.

	(1) Valori calcolati per $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	CRISTALLI MISTI CON $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ PER CENTO						
		3,87	4,35	6,60	6,84 ⁽²⁾	7,24	8,08	8,56
110 : 110	26° 7'	25° 59'	25° 50'	25° 37'	26° 30'	26° 41'	25° 44'	26° 37'
$\bar{1}\bar{1}0$: 100	31.9	30.51	31.14	31.20	32.32	30.50	30.56	31
110 : 010	52.59	—	—	—	52.24	52.44	—	52.45
110 : $0\bar{1}\bar{1}$	83.11	84.29	—	—	—	83.11	83.34	83.21
110 : 021	53.31	53.13	54.9	53.33	53.59	52.47	52.40	52.36
$\bar{1}\bar{1}0$: $\bar{1}\bar{2}0$	22.11	—	—	—	22.40	22.48	—	23.12
110 : $\bar{1}\bar{1}1$	107.58	107.35	107.2	108.6	—	107.35	108.14	107.13
110 : $1\bar{2}\bar{1}$	40.47	40.40	—	—	—	41.16	—	—

In tutta la tabella si ha una concordanza notevole angolare con i valori calcolati per la calcantite; le divergenze sono sparse uniformemente in tutte le colonne ed in una colonna ove si ha qualche numero deviante si hanno altri dati perfettamente coincidenti, cosicchè anche se le misure avessero permesso di calcolare le costanti, non si sarebbe potuto arrivare a conclusione diversa di quella che si può trarre ispezionando la tavola che cioè l'introduzione del solfato di ferro non porta una notevole influenza sulla struttura cristallina del solfato di rame pentaidrato, all'infuori di un incurvamento delle singole facce; peraltro è da tener conto che il percento di $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ è relativamente basso. Si osservi che si sono ottenuti cristalli con un contenuto superiore al limite ammesso dal Retgers.

*
* *

Ho studiato in seguito la soluzione del solfato di rame e ferro in contatto con i cristalli misti che da essa si depongono. Il sistema è costituito da tre componenti acqua, solfato di ferro, solfato di rame: consi-

(1) Groth loc. cit. Pag. 419.

(2) Questi cristalli avevano probabilmente anche 121, ma la faccia non dette immagine, ma solo l'illuminazione per riflesso.

derando i cristalli misti come una fase unica, cioè come porzione omogenea del sistema, assimilandoli ad una soluzione solida, in una soluzione in equilibrio con una sola specie di cristalli misti si hanno tre fasi: vapore, soluzione e fase solida (unica) e fissata la concentrazione e la temperatura cioè due gradi di libertà, l'equilibrio deve essere determinato perfettamente e in particolare deve essere fissa la composizione dei cristalli misti. Quando invece sono due le specie dei cristalli misti in contatto, il sistema, avendo una fase di più, è monovariante e quindi ha un sol grado di libertà: perciò, fissata la temperatura, tutto è determinato ed in particolare la composizione della soluzione e dei cristalli in presenza.

Del procedimento chimico per l'analisi ho già accennato in principio. Ottenuto dai dati analitici il contenuto in FeSO_4 e CuSO_4 (senza acqua di cristallizzazione) in un centimetro cubo, risalivo al contenuto in un litro, espresso in molecolegramma. Trattandosi di soluzioni, la cui percentuale anche quando erano in presenza del proprio solido si aggirava sul 40 % in peso, ho creduto possibile trascurare lo stato di ionizzazione.

I dati relativi alla composizione della soluzione e dei cristalli in contatto potrebbero essere espressi con una sola grafica, riportando sull'asse delle ordinate la concentrazione molecolare totale per litro, complessiva in solfato di rame e solfato di ferro, mentre l'ascissa darebbe la proporzione, per cento, molecolare dei due sali nella medesima soluzione. Così un punto solo darebbe la ricchezza della soluzione in sostanza disciolta e la proporzione in essa dei due sali. Sulla stessa parallela all'asse delle ascisse si riporterebbe la composizione centesimale del sale solido e si otterrebbero due curve una rappresentante la soluzione e una il deposito similmente a quello che si fa nelle leghe per la curva del solido e del liquido. Ciò ripetendosi per ogni temperatura si avrebbe una doppia superficie che rappresenterebbe il complesso del fenomeno rispetto alle sue tre variabili composizione della soluzione, del solido, e poi la temperatura.

Nel mio caso tale metodo non è applicabile, perchè la concentrazione complessiva, come vedremo in seguito, rimane costante e perciò le due curve si confonderebbero con la medesima parallela all'asse delle ascisse.

Mi limito a riportare nella tabella seguente un quadro di risultati sperimentali :

Temperatura	Concentrazione per 1 cm ³ in Cu SO ₄	Concentrazione per 1 cm ³ in Fe SO ₄	Percento di Fe SO ₄ · 7H ₂ O nei cristalli misti di Melanteria	1 litro di soluzione contiene :		
				Molecole Fe SO ₄	Molecole Cu SO ₄	Molecole totali
12°	0,0189	0,1912	93,32	1,257	0,118	1,375
13, 1/2	0,0381	0,1706	92,37	1,121	0,259	1,380
14	0,0573	0,1589	85,16	1,045	0,359	1,404
15-16	0,0958	0,1449	77,68	0,951	0,602	1,553
12-13	0,1011	0,1124	71,33	0,735	0,635	1,370
15	0,1225	0,1134	68,19	0,745	0,749	1,514
13-14	0,1216	0,1093	67,55	0,718	0,764	1,482
12-13	0,1336	0,0894	61,15	0,587	0,840	1,427
13	0,1933	0,0621	49,06	0,407	1,215	1,622

Non avendo a disposizione mezzi per mantenere esattamente costante la temperatura, mi riterisco a un gruppo di esperienze eseguite a temperature molto vicine e quindi confrontabili, in ambiente che si manteneva a temperatura costante nell'intervallo di qualche giorno. Sull'attendibilità di questi risultati mi sembra che testifichi favorevolmente il fatto che, oltre la regolarità dell'andamento, anche i dati analitici per i cristalli con 68.19^o/₁₀ e 67.55^o/₁₀ sono molto vicini, tenendo anche conto della temperatura non perfettamente identica. Queste prove furono eseguite mantenendo la soluzione agitata, in modo che i cristalli si deponessero piccolissimi e potessero mettersi in equilibrio con il proprio liquido. La separazione della soluzione dal precipitato cristallino era fatta dopo 24 4⁸ ore dalla deposizione nel medesimo ambiente della cristallizzazione e la titolazione del solfato ferroso mediante il permanganato eseguita all'istante: essa sola è messa in conto nella tabella precedente. La massa di cristallini ottenuta, naturalmente non adatta per misure goniometriche, veniva lasciata seccare all'oscuro: al microscopio si mostrava ben conservata e per quanto si poteva giudicare omogenea. Siccome la determinazione del ferro era fatta per pesata e non per titolazione con il permanganato, si può credere di avere evitato ad una possibile incipiente ossidazione. Si nota nella tabella precedente la relativa costanza della somma totale delle molecolegramma contenute in un litro di soluzione, costanza ancora più decisa quando si prendano in considerazione le temperature più vicine e mantenutasi anche in altre svariate prove di modo che io lo ritengo per un dato veramente sperimentale, per quanto esso in altre circostanze consimili non si sia verificato. Adunque i cristalli misti con le forme della melanteria richiedono per l'equilibrio una concentrazione fissa molecolare,

solo che l'eccesso di una specie di molecole nei cristalli determina un eccesso di molecole della medesima specie anche in soluzione. Così anche nella soluzione, parallelamente ai cristalli, il solfato di rame si sostituirebbe molecola a molecola al solfato di ferro, i quali peraltro hanno peso molecolare vicinissimo (peso mol. $\text{FeSO}_4 = 152$, peso mol. $\text{CuSO}_4 = 159$).

Nel corso dell'esperienza mi sono dovuto persuadere quanto facile sia l'imbattersi in falsi equilibrii. Alla medesima temperatura la soluzione poteva avere concentrazioni che non stavano in rapporto con la composizione dei cristalli; per esempio crescendo il contenuto in ferro nei cristalli poteva diminuire, invece di crescere, la concentrazione del ferro ferroso nella soluzione, in modo da dubitare se l'interpretazione del fenomeno secondo la legge delle fasi sia realmente esatta; il sistema sembrava stabile e la composizione dei cristalli, presi in diversi punti della crosta formatasi sul fondo, appariva concordante. Tutti i cristalli misurabili e quelli studiati per la densità si sono depositi in queste condizioni, giacchè l'agitazione che si ritiene capace di togliere questo inconveniente non poteva dare cristalli adatti a quelli scopi. Questo fatto mi ha nociuto specialmente per la determinazione della composizione della soluzione e dei cristalli con le due forme melanteria e calcantite, quando, come si sa, stanno in equilibrio, trattandosi di una serie isomorfa con lacuna. Parecchie volte, contro il presupposto, ho ottenuto per un tale sistema monovariante concentrazioni variabili nella soluzione e nei cristalli delle due specie, usando il metodo dell'agitazione sopraccennato, ho ottenuto in tre esperienze i valori abbastanza concordanti che qui riporto.

Temperatura	Concentrazione per 1 cm ³ in CuSO_4	Concentrazione per 1 cm ³ in FeSO_4	1 LITRO SOLUZIONE CONTIENE :		
			Molecole FeSO_4	Molecole CuSO_4	Molecole totali
15°	0,1976	0,0472	0,309	1,242	1,551
	0,1934	0,0429	0,282	1,216	1,498
	0,1858	0,0429	0,282	1,168	1,450

Disgraziatamente la massa cristallina in contatto con questi liquidi non era adatta per una separazione fra i due tipi di cristalli, data la loro piccolezza.

Retgers (1) dà la composizione di una serie di cristalli di miscela senza occuparsi del liquido e dalle sue esperienze risulta soltanto che il cristallo più povero in $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ da lui preparato con le forme della melanteria ne conteneva il 46.83% e che il più ricco in $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

(1) Loc. citato.

con le forme della calcantite ne conteneva il 5,12⁰/₁₀ e queste sarebbero le concentrazioni limiti delle due specie di cristalli misti. E' bensì vero che anche io alla temperatura di 16° ho ottenuto, in una cristallizzazione contenente le due forme, per i cristalli di melanteria il valore 45,31⁰/₁₀ e per i cristalli di calcantite 5,63⁰/₁₀ e nel liquido soprastante la concentrazione per 1 cm³ in FeSO₄ 0,0669 e in CuSO₄ 0,2173, ma in altra pfova alla medesima temperatura ho ottenuto rispettivamente 42,08⁰/₁₀ e 5,34⁰/₁₀ e per il liquido 0,0788 in FeSO₄ per 1 cm³ e 0,2054 in CuSO₄, le quali concentrazioni del liquido non sono in nessuno dei due casi quelle ottenute con agitazione nelle medesime circostanze. Mi risulta anche che con il variare della temperatura debbono variare abbastanza le composizioni dei cristalli limiti: così con temperature di 25° ho avuto cristalli della forma della calcantite con un contenuto di 8,56⁰/₁₀ in FeSO₄.5H₂O e molto facilmente cristallizzazioni con un contenuto fra il 7 e l'8⁰/₁₀, e con una temperatura di 9° cristalli di melanteria con 41,71⁰/₁₀ in FeSO₄.7H₂O.

Io ritengo che i dati del Retgers corrispondano abbastanza bene qualitativamente, ma è dubbio se debbono considerarsi come quantitativamente esatti. Nel miscuglio cristallino ottenuto per agitazione ho anche tentato una separazione per levigazione adoprando una soluzione alcoolica di bromoformio che mi ha servito per determinare la densità. Ma i cristalli erano incastrati gli uni sugli altri in modo che la polvere non si separava nettamente e simulava delle composizioni intermedie non permettenti determinazioni attendibili.

*
* *

Ho determinato la densità dei cristalli misti con il metodo dei liquidi pesanti, adoprando il bromoformio diluito con alcool che ho trovato molto conveniente per sali solubili. Non è riuscito il tentativo di determinazione mediante il picnometro servendosi dell'olio, perchè i valori venivano falsati dalle bollicine di aria, aderenti ai cristallini minuti e non adatti ad essere scaldati anche adoprando olio bollito. Nel metodo da me usato la causa principale di errore consisteva in bollicine di acqua madre rimasta imprigionata nei cristalli, visibile al microscopio e per la quale specialmente i cristalli di solfato di rame assumono facilmente delle strisce biancastre presso a poco parallele al contorno. Perciò è necessario fare per ogni caso un gran numero di determinazioni su cristallizzazioni di elementi piccoli che riescono molto limpidi, e inoltre prendere non la media ma i valori massimi. Operando in questo modo ho trovato per i cristalli con le forme della melanteria delle densità rappresentabili con un'espressione algebrica lineare in accordo con quanto si è trovato per la densità dei composti isomorfi. La formula è la seguente:

$$d = 1,99046 - 0,00086 c$$

in cui d rappresenta la densità e c la concentrazione in FeSO₄.7H₂O. I valori ottenuti sono raccolti nella tabella qui unita che presenta un accordo soddisfacente fra il trovato e il calcolato.

Concentrazione in $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	DENSITÀ	
	trovate	calcolate
93,43	1,909	1,910
89,23	1,914	1,914
77,10	1,925	1,924
72,14	1,929	1,928
67,87	1,933	1,932
61,76	1,938	1,937
58,96	1,940	1,940
57,53	1,941	1,941
53,63	1,945	1,944

Estrapolando nella formula precedente per $c = 0$ (zero) cioè per la densità del solfato di rame con $7\text{H}_2\text{O}$ si ottiene il valore 1,990 il quale è inferiore nettamente a quello della calcantite meno idrata; estrapolando invece per $c = 100$, cioè per la densità del solfato di ferro ettaidrato si ottiene 1,904 valore in buonissimo accordo con i dati degli autori (1). Io ho tentato di determinare direttamente la densità della melanteria pura da me preparata, ma ho raggiunto soltanto il valore inferiore 1,887 il che è da attribuire alla cristallizzazione in individui piuttosto grossi e depositi rapidamente cioè da soluzioni calde.

Questa circostanza non sussiste per la calcantite che senza pericolo di ossidazione si può far deporre lentamente da soluzioni adatte. Da molte determinazioni su buoni individui ho ricavato per questa il valore 2,288 che ritengo attendibile; si sa che per la densità della calcantite si hanno nella letteratura valori alquanto discordanti (2).

I cristalli misti di calcantite ferrifera hanno valori di densità alquanto oscillanti e i valori limiti si avvicinano a quelli del solfato di rame puro, dal che si arguirebbe che il solfato di ferro eserciti un'influenza piuttosto debole sulla densità. Dall'insieme delle misure, concernenti specialmente tre gruppi di concentrazioni, si può ascrivere ai cristalli misti con 2-3 % di $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ una densità di 2,286 a quelli con 4-5 % 2,284 e a quelli con 7-7,5 % 2,280. Dato però i limiti ristretti entro i quali varia la concentrazione di $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e la difficoltà di avere valori omogenei dalle singole cristallizzazioni, non ho creduto meritare il calcolo di una funzione della densità mediante la concentrazione.

Da queste ricerche si può concludere:

1.° — Nei cristalli di melanteria ramiferi il contenuto in solfato di rame genera deviazioni cristallografiche, che crescono con la ricchezza in rame, presentando un massimo.

2.° — La concentrazione totale molecolare delle soluzioni in equilibrio con i cristalli di melanteria misti è presso a poco costante, pur variando la composizione del cristallo misto.

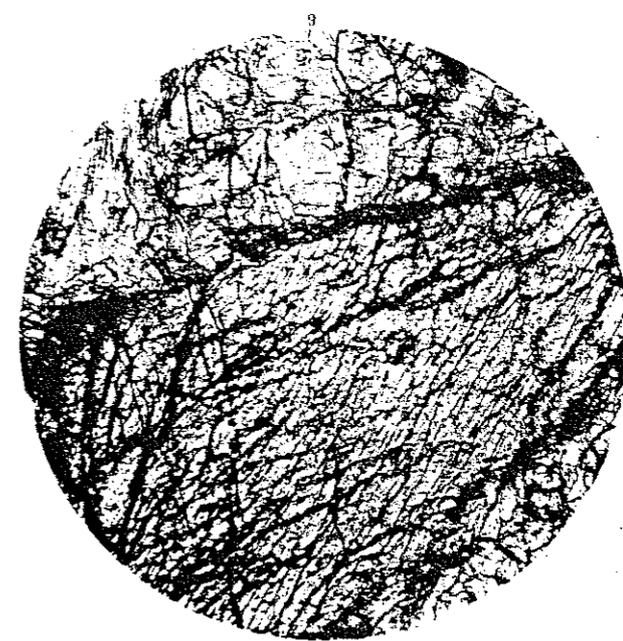
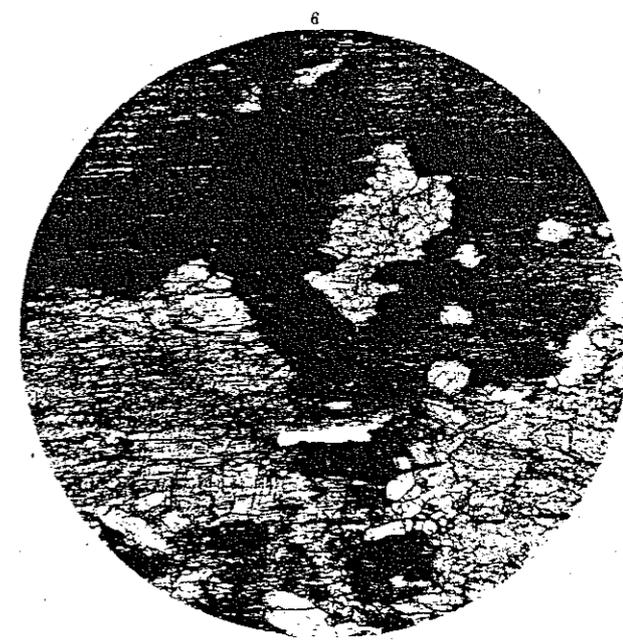
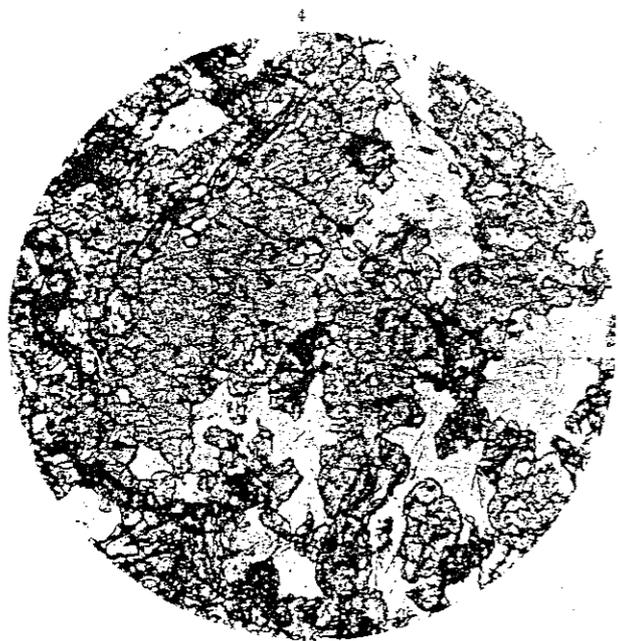
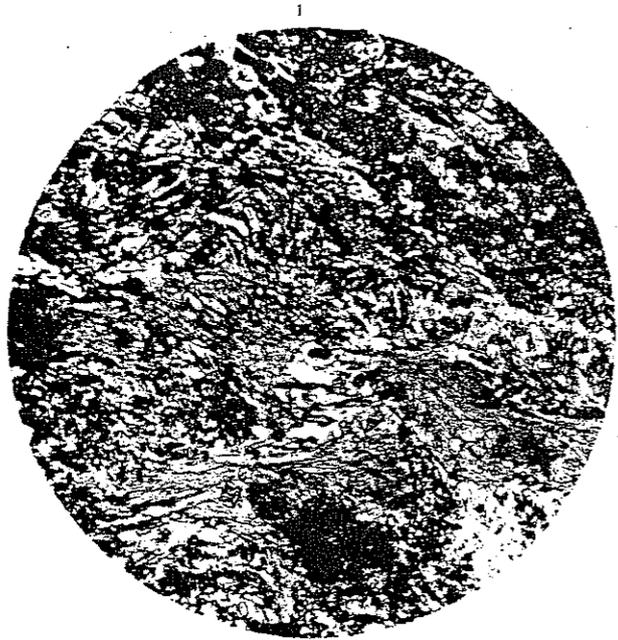
3.° — La densità dei cristalli misti con le forme della melanteria è una funzione lineare della concentrazione.

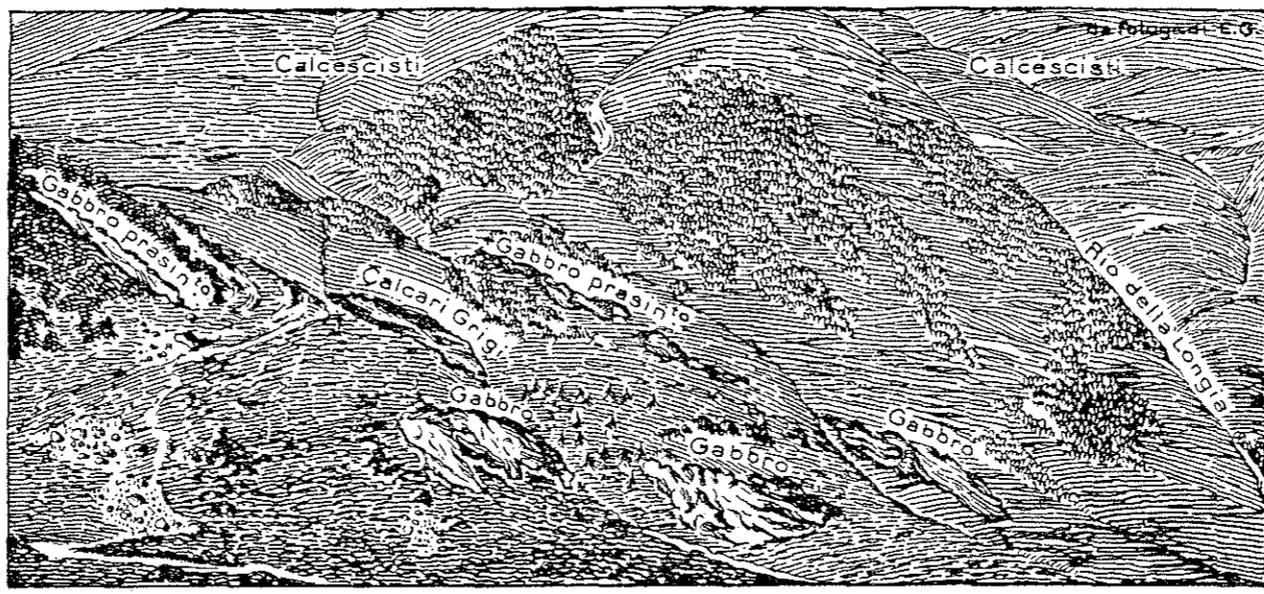
4.° — Per la densità di $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ è stato trovato il valore di 2,288.

5.° — Queste ricerche sono rese difficili dalla facilità con cui si stabiliscono falsi equilibri che fino ad oggi non permettono di affermare sicuramente la composizione dei cristalli misti.

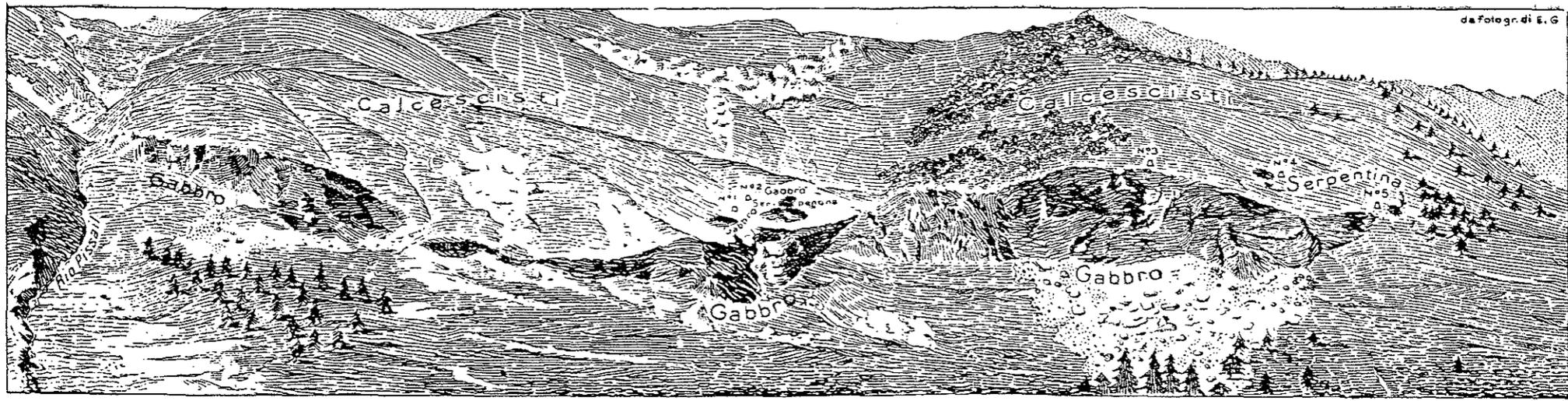
(1) MOISSAN. *Chimie Minerale* IV Pag. 368.

(2) MOISSAN. *Loc. citato* V Pag. 79.





Bò del Colle. Gabbri e prasiniti racchiusi fra i calcescisti.



Vallone delle Miniere (sponda sinistra). Gabbri associati a serpentine affioranti fra i calcescisti.

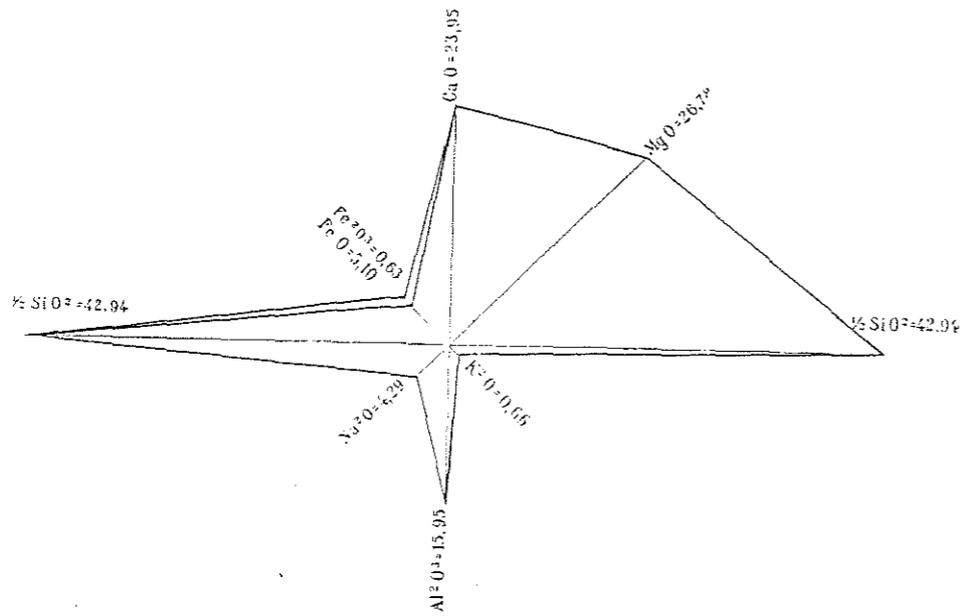


Fig. 1.

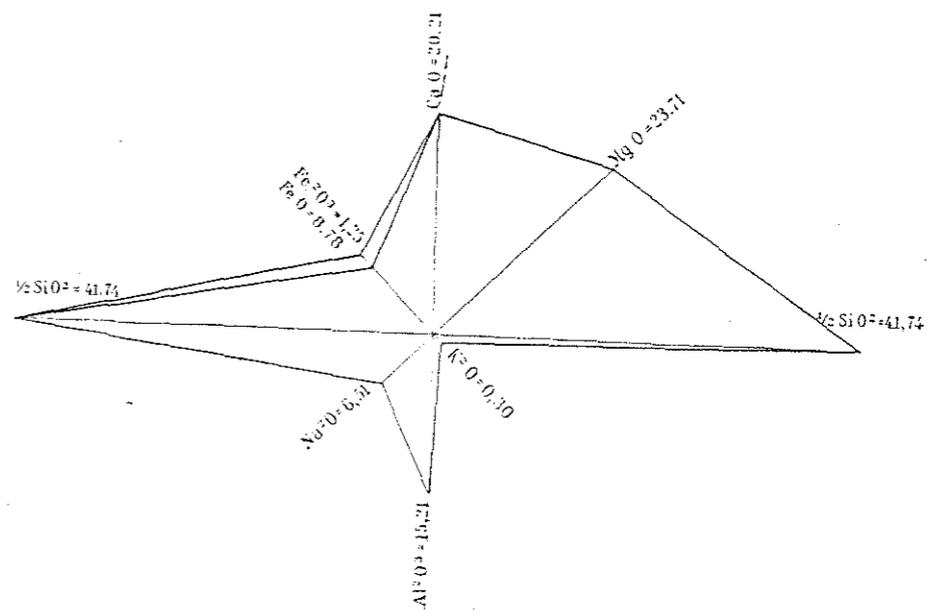


Fig. 4.

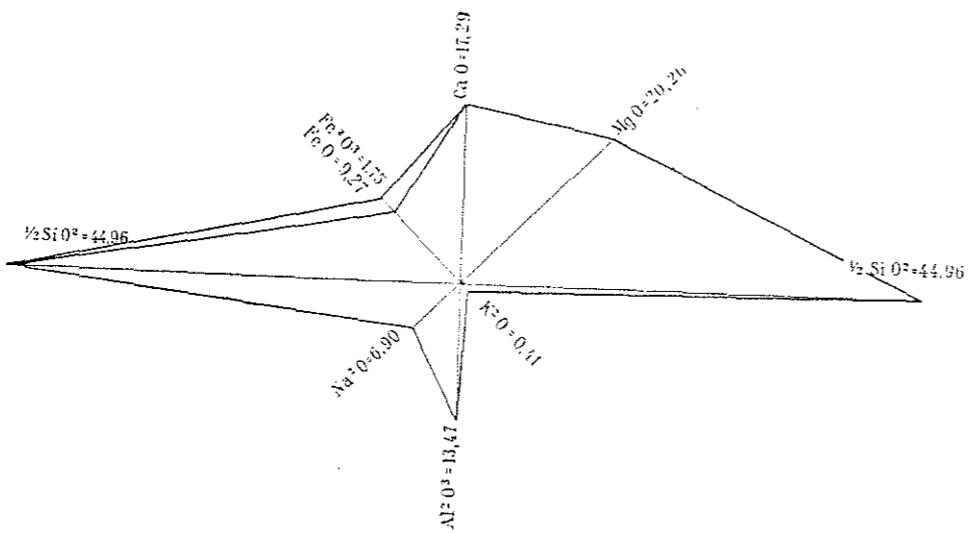


Fig. 2.

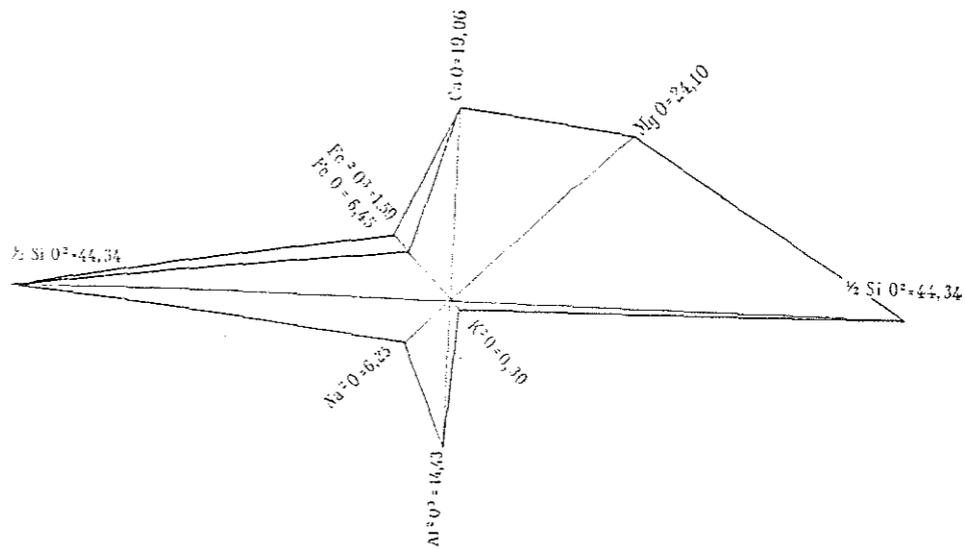


Fig. 5.

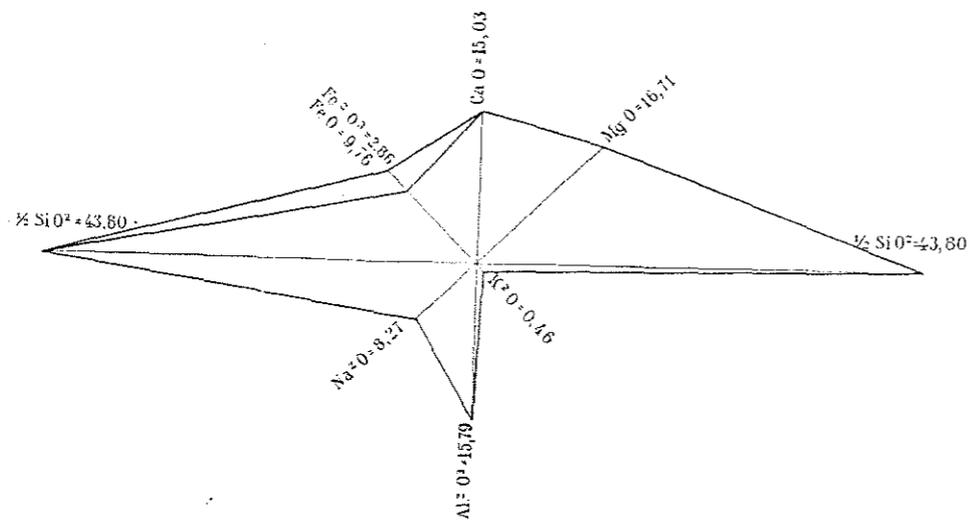


Fig. 3.

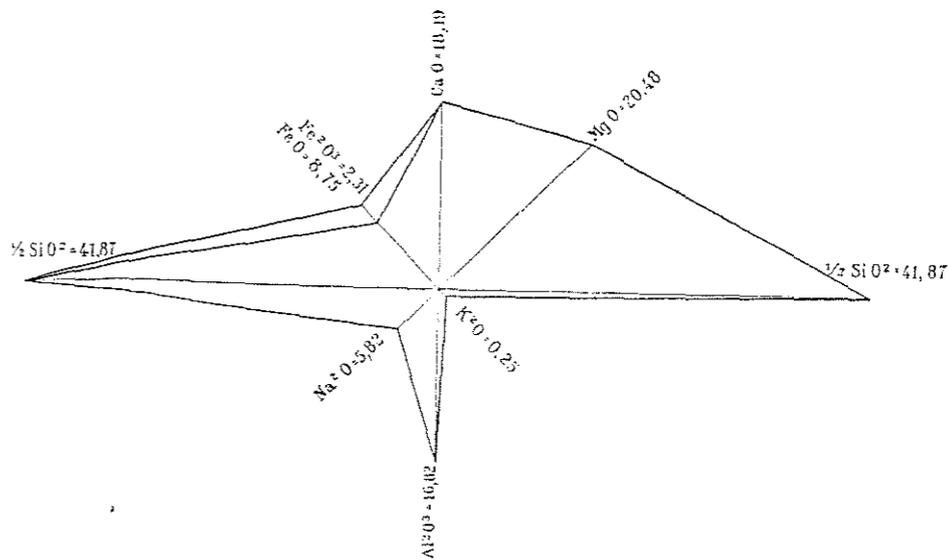
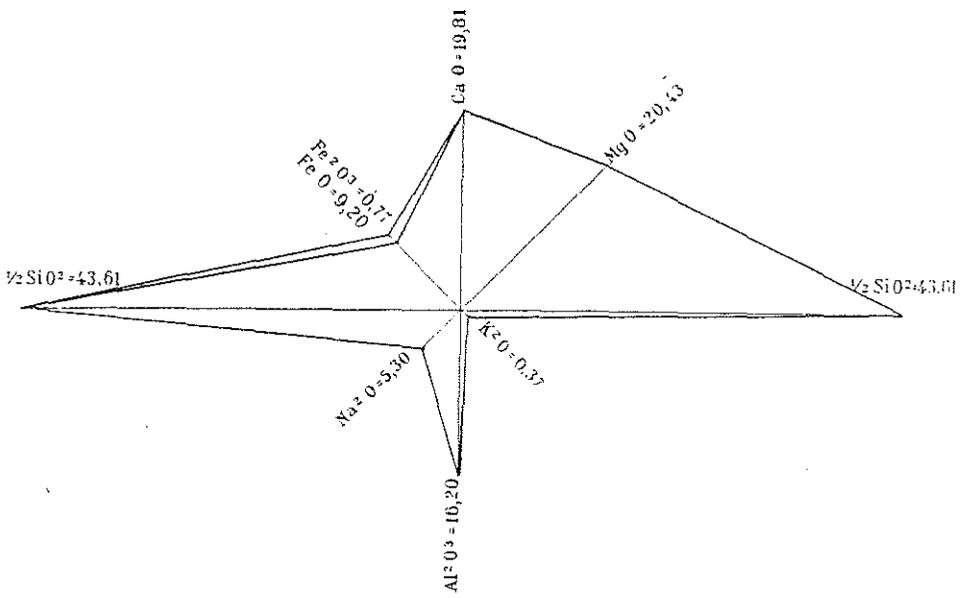
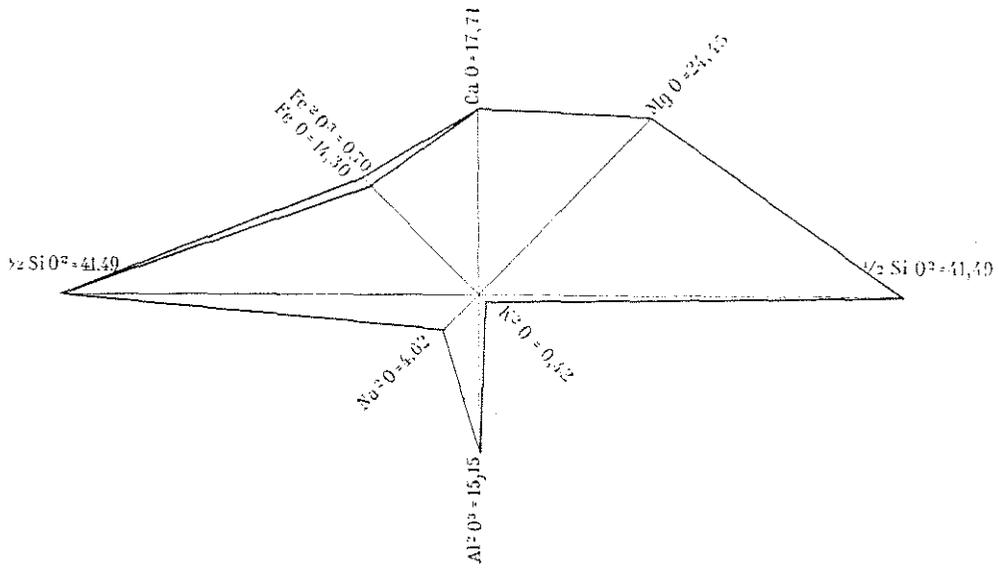
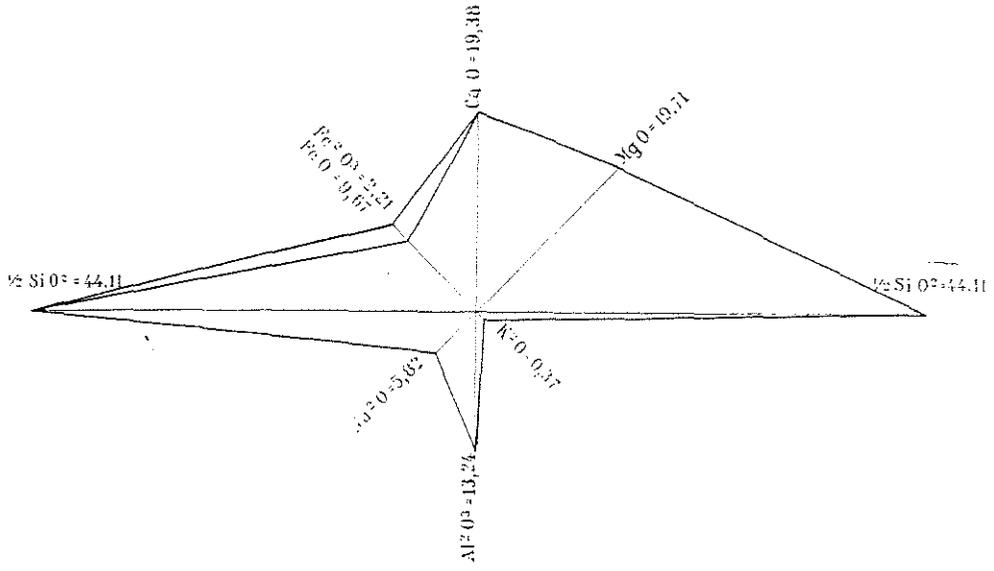


Fig. 6.



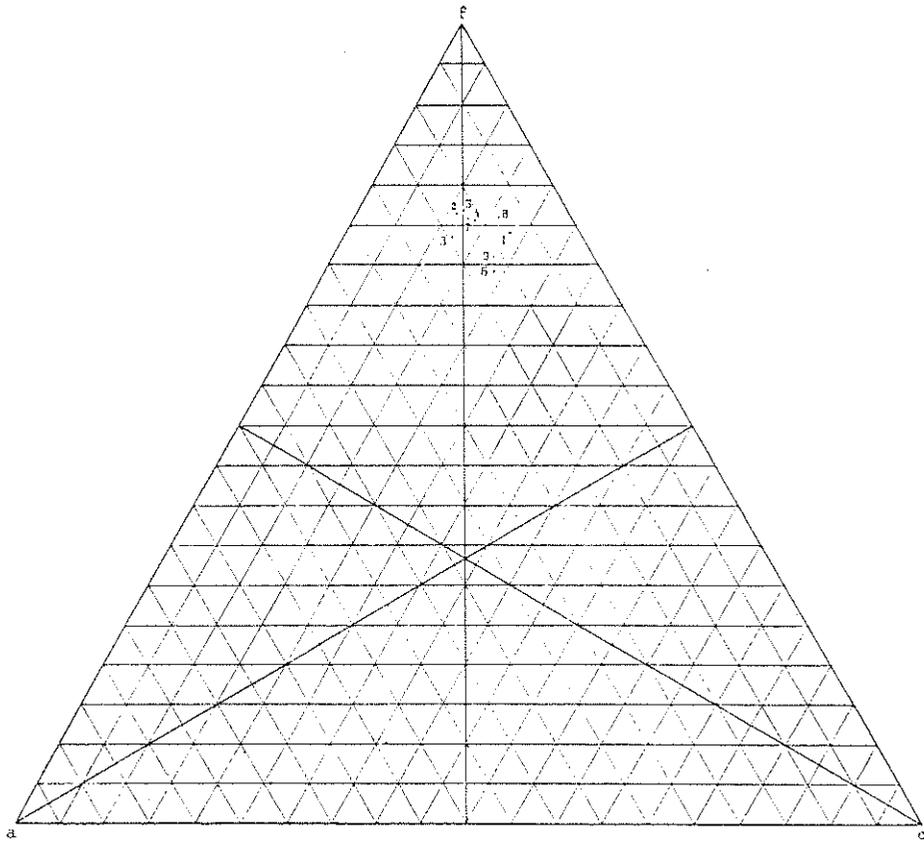


Fig. 1.

